

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-043482
 (43)Date of publication of application : 08.02.2002

(51)Int.Cl.
 H01L 23/373
 B22D 19/00
 C04B 37/00
 C04B 37/02
 H01L 23/40

(21)Application number : 2001-047052 (71)Applicant : NGK INSULATORS LTD

(22)Date of filing : 22.02.2001 (72)Inventor : ISHIKAWA SHUHEI
 ISHIKAWA TAKAHIRO
 KIDA MASAHIRO
 SUZUKI TAKESHI

(30)Priority

Priority number : 2000145061 Priority date : 17.05.2000 Priority country : JP

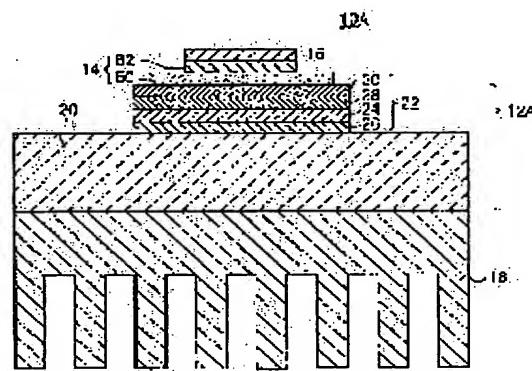
(54) MEMBER FOR ELECTRONIC CIRCUIT, ITS MANUFACTURING METHOD AND ELECTRONIC COMPONENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve thermal reliability by remarkably shortening a manufacturing process and effectively reducing a manufacturing cost.

SOLUTION: A member for an electronic circuit 12A has a thermal conduction layer 22 on a heat sink material 20. The thermal conduction layer 22 is composed of an insulation board 24, a first joining material 26 including an active element for joining the insulation board 24 on the heat sink material 20, a second joining material 28 formed on the insulation board 24, and an electrode 30 formed on the second joining material 28. An AlN layer or Si₃N₄ layer is used as the insulation board 24, a hard brazing material containing the active element is used as the first and second joining materials 26, 28, and an SiC composite material and a C/Cu composite material are used as the heat sink material 20.

FIG. 1



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-43482

(P2002-43482A)

(43)公開日 平成14年2月8日(2002.2.8)

(51)Int.Cl.⁷
H 01 L 23/373
B 22 D 19/00
C 04 B 37/00
37/02
H 01 L 23/40

識別記号

F I
B 22 D 19/00
C 04 B 37/00
37/02
H 01 L 23/40
23/36

テ-マ-ト*(参考)
F 4 G 0 2 6
B 5 F 0 3 6
B
F
M

審査請求 未請求 請求項の数26 O L (全 15 頁)

(21)出願番号 特願2001-47052(P2001-47052)
(22)出願日 平成13年2月22日(2001.2.22)
(31)優先権主張番号 特願2000-145061(P2000-145061)
(32)優先日 平成12年5月17日(2000.5.17)
(33)優先権主張国 日本 (JP)

(71)出願人 000004064
日本碍子株式会社
愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
(72)発明者 石川 修平
愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日
本碍子株式会社内
(72)発明者 石川 貴浩
愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日
本碍子株式会社内
(74)代理人 100077665
弁理士 千葉 剛宏 (外1名)

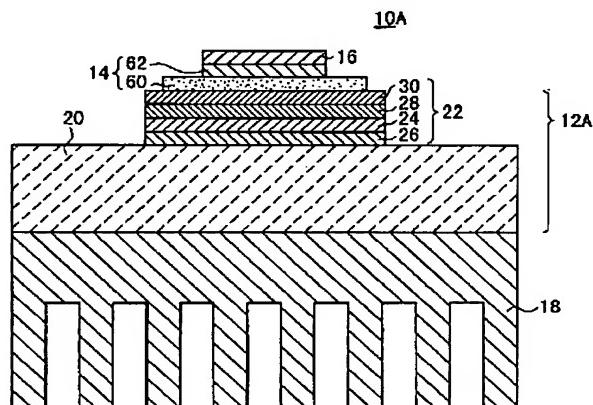
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電子回路用部材及びその製造方法並びに電子部品

(57)【要約】

【課題】製造工程を大幅に低減させて、製造コストの低廉化を有効に図り、併せて熱的信頼性を向上させる。
【解決手段】電子回路用部材12Aは、ヒートシンク材20上に熱伝導層22を有して構成される。熱伝導層22は、絶縁基板24と、該絶縁基板24をヒートシンク材20に接合するための活性元素を含む第1の接合材26と、前記絶縁基板24上に形成された第2の接合材28と、該第2の接合材28上に形成された電極30とから構成される。そして、絶縁基板24としてAIN層又はSi₃N₄層を用い、第1及び第2の接合材26及び28として、活性元素を含む硬ろう材を用い、ヒートシンク材20として、SiC/Cu複合材やC/Cu複合材を用いる。

FIG. 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】絶縁基板として機能する層とヒートシンク材との間に活性元素を含む接合材が介在されていることを特徴とする電子回路用部材。

【請求項2】絶縁基板として機能する層とヒートシンク材との間に中間層が介在され、

前記絶縁基板として機能する層と前記中間層との間、並びに前記中間層と前記ヒートシンク材との間にそれぞれ活性元素を含む接合材が介在されていることを特徴とする電子回路用部材。

【請求項3】請求項1又は2記載の電子回路用部材において、

前記絶縁基板として機能する層、前記接合材及び前記ヒートシンク材の熱膨張率が、 $3.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-5}$ /Kであることを特徴とする電子回路用部材。

【請求項4】請求項1～3のいずれか1項に記載の電子回路用部材において、

前記接合材は、活性元素を含む硬ろう材であることを特徴とする電子回路用部材。

【請求項5】請求項1～4のいずれか1項に記載の電子回路用部材において、

前記活性元素は、周期律表第2A族、第3A族、第4A族、第5A族又は第4B族のいずれかに属する元素の少なくとも1つであることを特徴とする電子回路用部材。

【請求項6】請求項1～5のいずれか1項に記載の電子回路用部材において、

前記ヒートシンク材は、SiC、AlN、Si₃N₄、BeO、Al₂O₃、Be₂C、C、Cu、Cu合金、Al、Al合金、Ag、Ag合金、Siからなる群から選択された少なくとも1つを構成材料とすることを特徴とする電子回路用部材。

【請求項7】請求項6記載の電子回路用部材において、前記ヒートシンク材は、SiC母材にCu又はCu合金が含浸された複合材料で構成されていることを特徴とする電子回路用部材。

【請求項8】請求項6記載の電子回路用部材において、前記ヒートシンク材は、C母材にCu又はCu合金が含浸された複合材料で構成されていることを特徴とする電子回路用部材。

【請求項9】請求項1～8のいずれか1項に記載の電子回路用部材において、

前記絶縁基板として機能する層は、AlN層又はSi₃N₄層であることを特徴とする電子回路用部材。

【請求項10】請求項1～9のいずれか1項に記載の電子回路用部材において、前記ヒートシンク材のうち、冷却フィンが取り付けられる面が外方に向かって凸形状とされていることを特徴とする電子回路用部材。

【請求項11】請求項10記載の電子回路用部材において、

前記ヒートシンク材の凸形状の突出量が前記ヒートシンク材の最大長に対して1/200～1/2000であることを特徴とする電子回路用部材。

【請求項12】ヒートシンク材、絶縁基板として機能する層及び電極を同時に接合することを特徴とする電子回路用部材の製造方法。

【請求項13】ヒートシンク材上に活性元素を含む接合材を介して絶縁基板として機能する層を接合する工程を含むことを特徴とする電子回路用部材の製造方法。

【請求項14】ヒートシンク材と絶縁基板として機能する層との間に中間層を介在させ、前記絶縁基板として機能する層と前記中間層との間に活性元素を含む第1の接合材を介在させ、前記中間層と前記ヒートシンク材との間に活性元素を含む第2の接合材を介在させてこれらの部材を接合する工程を含むことを特徴とする電子回路用部材の製造方法。

【請求項15】請求項12～14のいずれか1項に記載の電子回路用部材の製造方法において、

前記接合工程は、加圧を伴って行うことを特徴とする電子回路用部材の製造方法。

【請求項16】請求項15記載の電子回路用部材の製造方法において、

前記加圧力は0.2MPa以上、10MPa以下であることを特徴とする電子回路用部材の製造方法。

【請求項17】請求項13又は14記載の電子回路用部材の製造方法において、

前記絶縁基板として機能する層、前記接合材及びヒートシンク材として、それぞれ熱膨張率が、 $3.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-5}$ /Kのものを使用することを特徴とする電子回路用部材の製造方法。

【請求項18】請求項13～17のいずれか1項に記載の電子回路用部材の製造方法において、

前記接合材として、活性元素を含む硬ろう材を使用することを特徴とする電子回路用部材の製造方法。

【請求項19】請求項18記載の電子回路用部材の製造方法において、

前記活性元素として、周期律表第2A族、第3A族、第4A族、第5A族又は第4B族のいずれかに属する元素の少なくとも1つを使用することを特徴とする電子回路用部材の製造方法。

【請求項20】請求項12～19のいずれか1項に記載の電子回路用部材の製造方法において、

前記ヒートシンク材として、SiC、AlN、Si₃N₄、BeO、Al₂O₃、Be₂C、C、Cu、Cu合金、Al、Al合金、Ag、Ag合金、Siからなる群から選択された少なくとも1つを構成材料とするものを使用することを特徴とする電子回路用部材の製造方法。

【請求項21】請求項20記載の電子回路用部材の製造方法において、

前記ヒートシンク材として、SiC母材にCu又はCu

合金が含浸された複合材料で構成されているものを使用することを特徴とする電子回路用部材の製造方法。

【請求項22】請求項20記載の電子回路用部材の製造方法において、

前記ヒートシンク材として、C母材にCu又はCu合金が含浸された複合材料で構成されているものを使用することを特徴とする電子回路用部材の製造方法。

【請求項23】請求項12～22のいずれか1項に記載の電子回路用部材の製造方法において、

前記絶縁基板として機能する層として、AlN層又はSi₃N₄層を使用することを特徴とする電子回路用部材の製造方法。

【請求項24】ヒートシンク材上に熱伝導層及び下地層を介して電子回路チップが実装された電子部品において、

前記熱伝導層は、少なくとも絶縁基板として機能する層と前記ヒートシンク材との間に活性元素を含む接合材が介在されて構成されていることを特徴とする電子部品。

【請求項25】ヒートシンク材上に熱伝導層及び下地層を介して電子回路チップが実装された電子部品において、

前記熱伝導層は、少なくとも絶縁基板として機能する層とヒートシンク材との間に中間層が介在され、前記絶縁基板として機能する層と前記中間層との間に活性元素を含む第1の接合材が介在され、前記中間層と前記ヒートシンク材との間に活性元素を含む第2の接合材が介在されて構成されていることを特徴とする電子部品。

【請求項26】請求項24又は25記載の電子部品において、

前記熱伝導層は、前記絶縁基板として機能する層上に活性元素を含む別の接合材を介して電極が形成されていることを特徴とする電子部品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体等で構成された電子回路チップを冷却するために使用される電子回路用部材及びその製造方法並びに電子部品に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、半導体装置にとって熱は大敵であり、内部温度が最大許容接合温度を越えないようにしなければならない。また、パワートランジスタや半導体整流素子等の半導体装置では、動作面積当たりの消費電力が大きいため、半導体装置のケース（パッケージ）やリードから放出される熱量だけでは、発生熱量を放出しきれず、装置の内部温度が上昇して熱破壊を引き起こすことがある。

【0003】この現象は、CPUを搭載した半導体装置においても同じであり、クロック周波数の向上に伴って動作時の発熱量が多くなり、放熱を考慮した熱設計が重要な事項となってきた。

【0004】前記熱破壊の防止等を考慮した熱設計においては、半導体装置のケース（パッケージ）に放熱面積の大きいヒートシンクを固定することを加味した素子設計や実装設計が行われている。

【0005】前記ヒートシンク用の材料としては、一般に、熱伝導度の良好な銅やアルミニウム等の金属材料が使用されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】近時、CPUやメモリ等の半導体装置においては、低消費電力を目的とした低電力駆動を図りながらも、素子の高集積化と素子形成面積の拡大化に伴って半導体装置自体が大型化する傾向にある。半導体装置が大型化すると、半導体基体（シリコンやGaAs等の半導体素子並びにAlN又はSi₃N₄等の絶縁基板を含む）とヒートシンクとの熱膨張の差によって生じる応力が大きくなり、半導体装置の剥離現象や機械的破壊、半導体素子の誤動作等が生じるおそれがある。

【0007】これを防止するためには、半導体装置の低電力駆動の実現とヒートシンク材の改善が挙げられる。半導体装置の低電力駆動は、現在、電源電圧として、従来から用いられてきたTTLレベル（5V）を脱して、3.3V以下のレベルが実用化されている。

【0008】一方、ヒートシンクの構成材料としては、単に熱伝導度を考えるのみでなく、半導体基体であるシリコンやGaAsと熱膨張率がほぼ一致し、しかも、熱伝導度の高い材料の選定が必要となってきた。

【0009】ヒートシンク材の改善に関しては、多種多様の報告があり、例えば窒化アルミニウム（AlN）を使用した例や、Cu（銅）-W（タンゲステン）を用いた例などがある。また、Cu-Wは、Wの低熱膨張性とCuの高熱伝導性を兼ね備えた複合材料である。

【0010】その他の例としては、SiCを主成分とするセラミック基材に金属Cuを20～40体積%の割合で含有させたもの（従来例1：特開平8-279569号公報参照）や、無機物質からなる粉末焼結多孔質体にCuを5～30wt%含浸させたもの（従来例2：特開昭59-228742号公報参照）などが提案されている。しかしながら、これらのヒートシンク材は、特性、加工性、価格等のバランスにおいて市場要求を必ずしも充足しているとは言い難い。

【0011】ここで、熱対策を施した従来の電子部品100を図15を参照しながら説明する。この電子部品100は、ヒートシンク材102上に熱伝導層104及び下地層106を介してICチップ108が実装されて構成されている。熱伝導層104は、ヒートシンク材102を被覆するように形成されたNiめっき層110上に、Cu又はAlによる下部電極層112、絶縁層（AlN層）114及びCu又はAlによる上部電極層116からなる積層体118が接合されて構成されている。

Niめっき層110と積層体118との接合は、半田層120で行うようにしているが、この場合、積層体118と半田層120との間には、下部電極層112の半田層120に対する濡れ性を良好とするために、Ni層122を介在させるようにしている。

【0012】積層体118上には半田層124を介してICチップ108が実装されている。この場合も、積層体118と半田層124との間には、上部電極層116の半田層124に対する濡れ性を良好にするためにNi層126を介在させ、ICチップ108と半田層124との間に、該ICチップ108の半田層124に対する濡れ性を良好にするためにNi層128を介在させるようにしている。

【0013】また、他の従来例に係る電子部品200(例えば特開平11-307696号公報参照)は、図16に示すように、半導体チップで発生する熱を放熱するための金属ベース板202と、半導体チップ204を金属ベース板202から絶縁するためのセラミック板206と、該セラミック板206の上面にロウ材208を介して設けられた上部電極210と、セラミック板206の下面にロウ材212を介して設けられた下部電極214と、金属ベース板202とセラミック板206との間隔を広げるための金属スペーサ216と、金属ベース板202に金属スペーサ216を固着するためのロウ材218と、上部電極210上に半導体チップ204を固着するための半田層220と、金属スペーサ216上に下部電極214を固着するための半田層222とを有して構成されている。

【0014】しかしながら、上述の図15に示す従来の電子部品100においては、ヒートシンク材102にNiめっき層110を形成する第1の工程と、ICチップ108の下面にNi層128を形成する第2の工程と、絶縁層114の両面にそれぞれA1による上部電極層116及び下部電極層112を形成して積層体118を作製する第3及び第4の工程と、上部電極層116の端面及び下部電極層112の端面にそれぞれNi層126及び122を形成する第5及び第6の工程と、積層体118をヒートシンク材102のNiめっき層110上に半田層120を介して接合する第7の工程と、積層体118上にICチップ108を半田層124を介して接合する第8の工程の少なくとも8つの工程が必要であり、製造工程が煩雑であるという問題がある。これは、結果として最終製品でのコストの増大を招くこととなる。

【0015】また、積層する部材の数が多いため、小型化を考慮すると半田層120の厚みを薄くすることが考えられるが(例えば数百μm)、半田層120自体の放熱性が悪いことと、放熱性の妨げとなる接合界面(異種材料による接合界面)が多いことから、ICチップ108からの発熱を効率よくヒートシンク材102に導くことができないという不都合が生じるおそれがある。

【0016】更に、半田層120による接合であるため、熱サイクルや熱衝撃にさらされた際に、耐久特性が劣化するおそれもある。即ち、熱サイクルもしくは熱衝撃を受けた際に、①:絶縁基板に反り、②:電極の剥離、③:絶縁基板へのクラック、④:半田付け部へのクラック等が発生し、半導体素子の動作不良をもたらすこととなる。この点は、図16に示す他の従来例に係る電子部品200においても同様である。

【0017】本発明はこのような課題を考慮してなされたものであり、製造工程を大幅に低減することができ、製造コストの低廉化を有効に図ることができ、しかも熱的信頼性を向上させることができる電子回路用部材及びその製造方法並びに電子部品を提供することを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明に係る電子回路用部材は、絶縁基板として機能する層(以下、便宜的に絶縁基板)とヒートシンク材との間に活性元素を含む接合材が介在されていることを特徴とする。

【0019】これにより、接合材に含まれる活性金属によって、絶縁基板と接合材とが強固に接合されると共に、ヒートシンク材と接合材とが強固に接合され、結果的に絶縁基板とヒートシンク材とが強固に接合されることとなる。

【0020】また、本発明に係る電子回路用部材は、絶縁基板として機能する層とヒートシンク材との間に中間層が介在され、前記絶縁基板として機能する層と前記中間層との間、並びに前記中間層と前記ヒートシンク材との間にそれぞれ活性元素を含む接合材が介在されていることを特徴とする。

【0021】これにより、接合材に含まれる活性金属によって、絶縁基板と中間層とが強固に接合されると共に、中間層とヒートシンク材とが強固に接合され、結果的に絶縁基板とヒートシンク材とが強固に接合されることとなる。

【0022】しかも、中間層の存在により、熱衝撃時ににおける絶縁基板とヒートシンク材との間の熱膨張差を緩和することができ、該電子回路用部材全体の接合性を向上させることができる。即ち、前記中間層によって電子回路用部材の耐熱衝撃性を向上させることができる。

【0023】そして、本発明においては、前記絶縁基板として機能する層、前記接合材、ヒートシンク材及び中間層の熱膨張率を $3.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-5}/K$ とすることが好ましい。また、中間層は、熱衝撃時に発生する応力を緩和できるように $3 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-5}/K$ の熱膨張率をもつこと、もしくは、熱膨張により発生する応力が少なくなるよう低ヤング率で低耐力の材料であることが好ましい。このことから、中間層として例えばアルミニウム、銀、銅又はこれらの合金を用いることができる。

【0024】これにより、この電子回路用部材に例えればICチップが実装されて電子部品とされ、該電子部品の使用に伴ってICチップの温度が上昇しても、ヒートシンク材と絶縁基板との剥離は生じない。

【0025】特に、前記接合材として、活性元素を含む硬ろう材を用いることが好ましい。この場合、接合後の接合材の平均厚みは、 $5.0 \mu\text{m}$ 以下、望ましくは $1.0 \mu\text{m}$ 以下、更に望ましくは $5 \mu\text{m}$ 以下である。この厚みは加圧によって制御可能である。半田層を用いた場合と比較して、放熱性に優れるため、上述のICチップからの発熱が効率よくヒートシンク材に伝達され、電子部品に対する熱設計を容易に行うことができる。また、熱サイクルや熱衝撃等にさらされた場合でも絶縁基板にクラック等は生じず、熱的信頼性の向上を図ることができる。

【0026】即ち、半田付けを用いた場合、熱サイクルもしくは熱衝撃を受けた際に、①：絶縁基板に反り、②：電極の剥離、③：絶縁基板へのクラック、④：半田付け部へのクラック等が発生し、半導体素子の動作不良をもたらすが、本発明においては、上記一連の不具合を生じず、信頼性の高い電子回路用部材並びに電子部品を提供することができる。

【0027】前記活性元素としては、周期律表第2A族、第3A族、第4A族、第5A族又は第4B族のいずれかに属する元素の少なくとも1つを用いることができる。

【0028】前記ヒートシンク材としては、SiC、AlN、Si₃N₄、BeO、Al₂O₃、Be₂C、C、Cu、Cu合金、Al、Al合金、Ag、Ag合金、Siからなる群から選択された少なくとも1つを構成材料とするものを使用することができる。

【0029】特に、前記ヒートシンク材として、SiC母材にCu又はCu合金が含浸された複合材料で構成されたものや、C(カーボン)母材にCu又はCu合金が含浸された複合材料で構成されたものを用いることにより、低熱膨張率、高熱伝導率を達成させることができ、絶縁基板との熱膨張率の不整合を大きく低減して、ほとんど整合させることが可能となり、これにより、接合時の絶縁基板への残留応力の発生が抑制され、大面積での接合処理が可能となる。

【0030】前記絶縁基板として機能する層としては、AlN層又はSi₃N₄層を用いることができる。これにより、熱膨張率がICチップとほぼ同じで、しかも、熱伝導率の高い絶縁基板を構成することができる。

【0031】また、前記ヒートシンク材のうち、冷却フィンが取り付けられる面を外方に向かって凸形状とすることが好ましい。但し、ヒートシンク材と冷却ファンとの間には、グリースが用いられるため、通常は平面に近い形状であっても使用できることはもちろんである。

【0032】そして、冷却フィンが取り付けられる面を外方に向かって凸形状とする場合は、前記ヒートシンク

材の凸形状の突出量が前記ヒートシンク材の最大長に対して $1/200 \sim 1/2000$ であることが好ましい。これにより、ヒートシンク材に冷却フィンを例えばネジ止め等によって固定する場合に、ヒートシンク材と冷却フィンとの固定作業が容易になると共に、これらの部材の密着性を上げることができ、放熱性を高めることができる。

【0033】次に、本発明に係る電子回路用部材の製造方法は、ヒートシンク材、絶縁基板として機能する層及び電極を同時に接合することを特徴とする。これにより、製造工程を大幅に低減することができ、製造コストの低廉化を有効に図ることができ、しかも熱的信頼性を向上させることができる。

【0034】そして、前記ヒートシンク材上に活性元素を含む接合材を介して絶縁基板として機能する層を接合する工程を含むようにしてもよいし、絶縁基板として機能する層と中間層との間に活性元素を含む第1の接合材を介在させ、該中間層とヒートシンク材との間に活性元素を含む第2の接合材を介在させてこれらの部材を接合する工程を含むようにしてもよい。

【0035】また、前記接合工程は、前記ヒートシンク材と前記層との接合時に、加圧を行うようにしてもよい。この加圧力は 0.2 MPa 以上、 10 MPa 以下であることが好ましい。ヒートシンク材への絶縁基板として機能する層の接合、あるいは絶縁基板として機能する層と中間層との接合及び該中間層とヒートシンク材との接合が強固になるからである。

【0036】前記絶縁基板として機能する層、前記接合材、ヒートシンク材及び中間層として、それぞれ熱膨張率が、 $3.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-5}/\text{K}$ のものを使用することが好ましい。また、中間層は、熱衝撃時に発生する応力を緩和できるように $3 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-5}/\text{K}$ の熱膨張率をもつこと、もしくは、熱膨張により発生する応力が少なくなるよう低ヤング率で低耐力の材料であることが好ましい。このことから、中間層として例えばアルミニウム、銀、銅又はこれらの合金を用いることができる。

【0037】また、前記接合材として、活性元素を含む硬ろう材を使用することが好ましい。この場合、前記加圧によって、ろう材の厚みを制御することが可能となり、従来の数百 μm 厚の半田層と比較して、放熱性に優れた良好な接合体が得られる。

【0038】そして、前記活性元素として、周期律表第2A族、第3A族、第4A族、第5A族又は第4B族のいずれかに属する元素の少なくとも1つを使用することが好ましい。

【0039】また、前記ヒートシンク材として、SiC、AlN、Si₃N₄、BeO、Al₂O₃、Be₂C、C、Cu、Cu合金、Al、Al合金、Ag、Ag合金、Siからなる群から選択された少なくとも1つを構

成材料とするものを使用することが好ましい。

【0040】特に、前記ヒートシンク材として、SiC母材にCu又はCu合金が含浸された複合材料で構成されているものや、C母材にCu又はCu合金が含浸された複合材料で構成されているものを使用することが好ましい。また、前記絶縁基板として機能する層として、AlN層又はSi₃N₄層を使用することが好ましい。

【0041】次に、本発明に係る電子部品は、ヒートシンク材上に熱伝導層及び下地層を介して電子回路チップが実装された電子部品において、前記熱伝導層は、少なくとも絶縁基板として機能する層と前記ヒートシンク材との間に活性元素を含む接合材が介在されて構成されていることを特徴とする。

【0042】また、前記熱伝導層は、少なくとも絶縁基板として機能する層と中間層との間に活性元素を含む第1の接合材が介在され、前記中間層と前記ヒートシンク材との間に活性元素を含む第2の接合材が介在されて構成されていてもよい。

【0043】これらの場合、前記熱伝導層は、前記絶縁基板として機能する層上に活性元素を含む別の接合材を介して電極を形成するようにしてもよい。

【0044】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る電子回路用部材及びその製造方法並びに電子部品の実施の形態例を図1～図14を参照しながら説明する。

【0045】まず、第1の実施の形態に係る電子部品10Aは、図1に示すように、第1の実施の形態に係る電子回路用部材12Aに下地層14を介してICチップ16が実装され、更に、電子回路用部材12Aの下面に冷却フィン18が固定されて構成されている。

【0046】そして、第1の実施の形態に係る電子回路用部材12Aは、図2に示すように、ヒートシンク材20上に熱伝導層22を有して構成されている。

【0047】熱伝導層22は、少なくとも絶縁基板として機能する層（以下、便宜的に絶縁基板24と記す）と前記ヒートシンク材20との間に活性元素を含む第1の接合材26が介在されて構成されている。

【0048】この第1の実施の形態では、前記熱伝導層22は、前記第1の接合材26及び絶縁基板24と、該絶縁基板24上に形成された第2の接合材28と、該第2の接合材28上に形成されたCu又はAlからなる電極30とから構成されている。

【0049】ここで、絶縁基板24は、AlN層又はSi₃N₄層を用いることができる。絶縁基板24としてAlN層を用いた場合、該AlN層の熱膨張率は、AlとNのモル組成比に依存して変化するが、概ね3.0×10⁻⁶～1.0×10⁻⁵/Kの範囲内である。従って、ヒートシンク材20の熱膨張率は、3.0×10⁻⁶～1.0×10⁻⁵/Kであることが好ましい。例えば、絶縁基板（AlN層）24の熱膨張率が3.0×10⁻⁶/Kで

あり、かつヒートシンク材20の熱膨張率が1.0×10⁻⁵/Kを超える熱膨張率を有するものである場合には、電子部品10Aが使用されることに伴って該電子部品10Aの温度が上昇した際、ヒートシンク材20と絶縁基板24とが互いに剥離するおそれがあるからである。

【0050】絶縁基板24におけるAlとNとのモル組成比は、Al:N=0.8:1.2～1.2:0.8であることが好ましい。この場合、絶縁基板24は、確実に3.0×10⁻⁶～1.0×10⁻⁵/Kの熱膨張率と150W/mK以上の熱伝導率を示すからである。

【0051】また、ヒートシンク材20の熱伝導率は、150W/mK以上であることが好ましい。150W/mK未満であると、電子部品10Aが使用されることに伴ってICチップ16が発した熱を電子部品10Aの外部へと伝達させる速度が遅くなるので、該電子部品10Aの温度を一定に保持する効果に乏しくなるからである。

【0052】ヒートシンク材20の構成材料は、熱伝導率や熱膨張率が上記した範囲内となるようなものであれば特に限定されないが、SiC、AlN、Si₃N₄、BeO、Al₂O₃、Be₂C、C、Cu、Cu合金、Al、Al合金、Ag、Ag合金、Siからなる群から選択された少なくとも1つを好適な例として挙げができる。即ち、ヒートシンク材20は、これらの中から選定された単体または2つ以上からなる複合材から構成することができる。複合材としては、SiC/Cu複合材20A（図3参照）やC/Cu複合材20B（図4参照）を例示することができる。

【0053】SiC/Cu複合材20Aは、図3に示すように、SiCで構成された多孔質焼結体40の開気孔42内に溶融したCu又はCu合金44を含浸し、次いで、このCu又はCu合金44を固化することにより得られる。

【0054】C/Cu複合材20Bは、図4に示すように、カーボン又はその同素体を予備焼成してネットワーク化することによって得られる多孔質焼結体50の開気孔52内に溶融したCu又はCu合金54を含浸し、次いで、このCu又はCu合金54を固化することにより得られるものであって、例えば特願2000-80833号に示される部材である。

【0055】ヒートシンク材20が上述した複合材料や合金からなる場合、熱膨張率や熱伝導率は、構成成分の組成比を設定することにより、上記した範囲内（熱膨張率3.0×10⁻⁶～1.0×10⁻⁵/K：熱伝導率：150W/mK以上）に制御することができる。

【0056】第1及び第2の接合材26及び28は、活性元素を含む硬ろう材であることが好ましい。この場合、活性元素は、Mg、Sr、Ca、Ba、Be等の周期律表第2A族、Ce等の第3A族、Ti、Zr等の第

4族、又は、Nb等の第5族、B、Si等の第4B族に属する元素の少なくとも1つを使用することができる。第1の実施の形態では、前記第1及び第2の接合材26及び28として、Ag-Cu-Tiの硬ろう材又はAg-Cu-In-Tiの硬ろう材を使用した。この場合、活性元素はTiである。

【0057】一方、下地層14は、図1に示すように、前記熱伝導層22上に形成された半田層60と、ICチップ16の半田層60に対する濡れ性を良好にするためのNi層62とを有して構成されている。

【0058】そして、第1の実施の形態に係る電子回路用部材12Aを使用する場合は、ヒートシンク材20の下面に、例えばAlやCuで構成された冷却フィン18が例えればネジ止め(図示せず)によって固定される。特に、第1の実施の形態では、図2に示すように、ヒートシンク材20のうち、前記冷却フィン18が取り付けられる面(下面)20aが外方に向かって凸形状とされている。

【0059】具体的には、後述するように、熱伝導層22を形成した段階で、熱処理を行うことで電極30の熱収縮が進み、これにより、熱伝導層22が形成されたヒートシンク材20の下面20aが外方に向かって凸となるように反り、結果的に、ヒートシンク材20の下面20aが外方に向かって凸形状となる。この場合、反り量は、ヒートシンク材20の最大長に対して1/200~1/2000であることが好ましい。この範囲外であると、冷却フィン18の締め付けの密着性が悪くなり、放熱性の面で不具合が生じたり、部材の破損等の問題が生じるからである。

【0060】次に、第1の実施の形態に係る電子回路用部材12A及び電子部品10Aの製造方法について図5A及び図5Bを参照しながら説明する。

【0061】第1の実施の形態に係る製造方法は、まず、図5Aに示すセッティング工程において、ヒートシンク材20上に、第1の接合材26、絶縁基板24、第2の接合材28及び電極30の順に載置(セッティング)する。このセッティングは、例えれば大気中で行われる。

【0062】次に、図5Bに示す接合工程において、前記第1の接合材26、絶縁基板24、第2の接合材28及び電極30がセッティングされたヒートシンク材20を治具70上に固定し、例えれば 1.0×10^{-5} Torr以下の真空中にて、上方から加圧を行いながら、昇温・降温を行って接合する。この接合処理によって、図2に示すように、電極30、絶縁基板24及びヒートシンク材20が一体化された接合体、即ち、電子回路用部材12Aが得られる。

【0063】前記接合工程での加圧は、0.2MPa以上、10MPa以下の力で加圧することが好ましい。この場合、接合後の第1及び第2の接合材26及び28の

平均厚みは、50μm以下、望ましくは10μm以下、更に望ましくは5μm以下である。この厚みは前記加圧によって制御可能である。

【0064】前記接合時に行われる昇温・降温処理によって、熱膨張率の違いから、上層の電極30の熱収縮が他の構成膜よりも進行し、これにより、図2に示すように、全体(熱伝導層22とヒートシンク材20)がヒートシンク材20の下面20a側を凸とするように反ることとなる。この反りは、ヒートシンク材20としてSiC/Cu複合材20AやC/Cu複合材20Bを用いた場合に顕著となる。反り量は、上述したように、ヒートシンク材20の最大長に対して1/200~1/2000である。

【0065】なお、ヒートシンク材20として、純CuやCu合金を用いた場合は、上述とは反対にヒートシンク材20の下面20a側が凹となるように反ることとなる。この場合、図1に示すような冷却フィン18を取り付けることが困難になることから、ヒートシンク材20の下面20aを平坦化するための加工(後加工)が必要になり、製造工程の増大を引き起こすという不都合がある。従って、ヒートシンク材20としては、上述したように、SiC/Cu複合材20AやC/Cu複合材20Bを用いることが好ましい。

【0066】第1の実施の形態に係る電子回路用部材12Aが作製された後は、通常の工程が行われる。即ち、まず、電極30の表面に回路パターンを形成する。具体的には、電極30の全面に回路形成用のレジストを印刷し、該レジストに対してエッチングしない部分のみ選択的に硬化した後、非硬化部分を除去し、露出した銅を塩化第二銅水溶液でエッチングして、電極30の表面に回路パターンを形成する。

【0067】その後、回路間のロウ材を除くために、酸性フッ化アンモニウム水溶液にて洗浄し、更に、数回水洗した。その後、金属部の表面に保護層としてNi-Pめっきを施して、保護層付きの回路パターンを形成した。

【0068】次いで、電極30の回路パターン上にICチップ16を接合した。第1の実施の形態では、市販の例えればシリコン系IGBT(パワー半導体素子)を低温半田により接合した。更に、図示しないが、ワイヤボンディングにより、ICチップ16の端子に金属ワイヤを電気的に接続すると共に、電極30の回路パターンにも同様に金属ワイヤを接続した。

【0069】その後、このICチップ16が接合された電子回路用部材12Aをパッケージ内に収容し、該パッケージの内部に、市販のポッティング用シリコーンゲルを注入し、硬化して、前記電子回路用部材12Aの電気的絶縁性を高め、更に、機械的信頼性を確保すべく封止して、第1の実施の形態に係る電子部品10A、この場合は、パワー半導体装置を作製した。

【0070】このように、第1の実施の形態に係る電子回路用部材12A、その製造方法並びに電子部品10Aにおいては、絶縁基板24とヒートシンク材20とを活性元素を含む第1の接合材26で接合するようにしたので、第1の接合材26に含まれる活性金属によって、絶縁基板24と第1の接合材26とが強固に接合されると共に、ヒートシンク材20と第1の接合材26とが強固に接合され、結果的に絶縁基板24とヒートシンク材20とが強固に接合されることとなる。

【0071】従って、ヒートシンク材20と絶縁基板24との間に、Niめっき層、半田層、Ni層及び下部電極層を介在させる必要がなくなり、上述の第1の接合材26のみでよい。従って、本実施の形態においては、製造工程を大幅に低減することができ、製造コストの低廉化を有効に図ることができる。

【0072】そして、第1の実施の形態においては、絶縁基板24、第1の接合材26及びヒートシンク材20の熱膨張率を $3.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-5}/K$ としたので、この電子回路用部材12Aに例えばICチップ16が実装されて本実施の形態に係る電子部品10Aとされ、該電子部品10Aの使用に伴ってICチップ16の温度が上昇しても、ヒートシンク材20と絶縁基板24との剥離は生じなくなり、信頼性を向上させることができ。

【0073】特に、第1の実施の形態では、第1の接合材26として、活性元素を含む硬ろう材を用いるようにしたので、半田層を用いた場合と比して、放熱性に優れるため、上述のICチップ16からの発熱が効率よくヒートシンク材20に伝達され、電子部品10Aに対する熱設計を容易に行うことができる。また、熱サイクルや熱衝撃等にさらされた場合でも絶縁基板24にクラック等は生じにくくなり、熱的信頼性の向上を図ることができる。

【0074】即ち、従来のように半田付けを用いた場合、熱サイクルもしくは熱衝撃を受けた際に、①：絶縁基板24に反り、②：電極30の剥離、③：絶縁基板24へのクラック、④：半田付け部へのクラックが発生し、半導体素子の動作不良をもたらすが、本実施の形態においては、上記一連の不具合が生じることがなく、信頼性の高い電子回路用部材12A並びに電子部品10Aを提供することができる。

【0075】また、前記ヒートシンク材20として、SiC母材にCu又はCu合金が含浸されたSiC/Cu複合材20Aで構成されたものや、C(カーボン)母材にCu又はCu合金が含浸されたC/Cu複合材20Bで構成されたものを用いるようにしたので、低熱膨張率、高熱伝導率を達成させることができ、絶縁基板24との熱膨張率の不整合を大きく低減して、ほとんど整合させることができとなり、これにより、接合時の絶縁基板24への残留応力の発生が抑制され、大面積での接合

処理が可能となる。

【0076】例えば、C/Cu複合材20Bでは、上述した特願2000-80833号に示されるように、材料物性の1つであるヤング率が極端に低いため、接合後、残留応力が生じにくい。これにより、絶縁基板24へのクラックや絶縁基板24の剥離が生じにくくなる。

【0077】また、絶縁基板24として、AlN層又はSi₃N₄層を用いるようにしたので、熱膨張率がICチップ16とほぼ同じで、しかも、熱伝導率の高い絶縁基板24を構成することができる。

【0078】また、ヒートシンク材20のうち、冷却フィン18が取り付けられる面20aを外方に向かって凸形状としたので、ヒートシンク材20に冷却フィン18を例えればネジ止め等によって固定する場合に、ヒートシンク材20と冷却フィン18との固定作業が容易なると共に、これらの部材の密着性を上げることができ、放熱性を高めることができる。

【0079】次に、2つの実験例(第1及び第2の実験例)について図6～図9を参照しながら説明する。ここで、第1及び第2の実験例では、実施例1～8と比較例1及び2について試験したものであり、これら実施例1～8と比較例1及び2の構成上の違いは図6に示す。

【0080】即ち、実施例1は、絶縁基板24として、熱伝導率が180W/mKであって、縦×横が40×50mmで、厚みが0.635mmのAlN(窒化アルミニウム)製絶縁基板を用い、電極30として、縦×横が35×45mmで、厚みが0.30mmのCu(純銅)製の電極を用い、ヒートシンク材20として、縦×横が50×80mmで、厚みが3.0mmのC/Cu複合材を用いた。

【0081】そして、絶縁基板24とヒートシンク材20との間、並びに電極30と絶縁基板24との間に、第1及び第2の接合材26及び30である市販のAg-Cu-Tiロウ材(Ag-35.25Cu-1.75Ti)の板厚50μmのシートを載置した。次いで、0.00133Paの真空下、所定の温度(850°C)で10分間保持した後、除冷して接合体(電子回路用部材12A)を作製した。

【0082】なお、電子回路用部材12Aには、昇温及び降温時の間、1MPaの加圧を負荷した。電子回路用部材12Aは、ヒートシンク材20と絶縁基板24との間、並びに電極30と絶縁基板24との間に、それぞれ最終的に約5μm以下の厚みを有するロウ材(第1及び第2の接合材26及び28)が介在した形となっていた。

【0083】実施例2は、上述の実施例1とほぼ同じ構成を有するが、絶縁基板24とヒートシンク材20との間、並びに電極30と絶縁基板24との間に、第1及び第2の接合材26及び28である市販のAg-Cu-In-Tiロウ材(Ag-27.25Cu-12.5In

-1.25T_i) の板厚50μmのシートを載置して作製されている点で異なる。

【0084】実施例3及び4は、それぞれ上述の実施例1及び2とほぼ同じ構成を有するが、ヒートシンク材20としてSiC/Cu複合材20Aを用いた点で異なる。

【0085】実施例5～8は、それぞれ上述の実施例1～4とほぼ同じ構成を有するが、絶縁基板24として、熱伝導率が約90W/mKであって、縦×横が40×50mmで、厚みが0.30mmのSi₃N₄(窒化珪素)製の絶縁基板を用いた点で異なる。

【0086】比較例1は、図11に示す他の従来例に係る電子部品200とほぼ同様の構成を有し、セラミック板206として、熱伝導率が180W/mKであって、縦×横が40×50mmで、厚みが0.635mmのAlN(窒化アルミニウム)製絶縁基板の両面に、縦×横が35×45mmで、厚みが0.30mmのCu(純銅)による上部電極210及び下部電極214が接合された銅張り絶縁基板を用い、ヒートシンク材(金属ベース板)202として、縦×横が50×80mmで、厚みが3.0mmのCu製ヒートシンクを用いた。上部電極210の回路パターンには、表面保護のためNi-Pめっきが施されている。そして、ヒートシンク材202に前記表面保護を施した銅張り絶縁基板を半田付けして接合体(電子回路用部材)とした。

【0087】比較例2は、本実施の形態とほぼ同様の構成を有し、絶縁基板24として、熱伝導率が180W/mKであって、縦×横が40×50mmで、厚みが0.635mmのAlN(窒化アルミニウム)製の絶縁基板を用い、電極30として、縦×横が35×45mmで、厚みが0.30mmのCu(純銅)製の電極を用い、ヒートシンク材20として、縦×横が50×80mmで、厚みが3.0mmのCu製ヒートシンクを用いた。

【0088】そして、絶縁基板24とヒートシンク材20との間、並びに電極30と絶縁基板24との間に、第1及び第2の接合材26及び28である市販のAg-Cu-In-Tiロウ材(Ag-27.25Cu-12.5In-1.25Ti)の板厚50μmのシートを載置した。次いで、0.00133Paの真空下、730℃で10分間保持した後、除冷して接合体(電子回路用部材12A)を作製した。なお、電子回路用部材12Aには、昇温及び降温時の間、1MPaの加圧を負荷した。

【0089】第1の実験例は、実施例1～8と比較例1及び2についての熱抵抗をみたものである。まず、図9に示す熱抵抗測定装置80を作製した。この熱抵抗測定装置80は、電子回路用部材12Aの上部(正確には電極30の上部)にヒータ82を半田を介して接着し、電子回路用部材12Aの下面(正確にはヒートシンク材20の下面20a)に対して冷却水を循環させるための冷却装置84を設けたものである。冷却装置84には、ポンプ付きウォーターバス86と流量計88が備えられている。

【0090】そして、ヒータ82を10Wで発熱させ、冷却装置84において、水温24℃、流量2リットル/分で冷却水を循環させ、このときのヒータ面の温度と、ヒートシンク材20と冷却水との界面の温度を測定し、各実施例及び比較例の熱抵抗を計算した。熱抵抗は、比較例1の場合を1とした相対評価を行った。

【0091】第1の実験例の実験結果を図7に示す。この図7から、実施例1～6は、熱抵抗がそれぞれ1以下であって、比較例1よりも低い値になっている。これは、ヒータ面と界面(ヒートシンク材20と冷却水との界面)との温度差が小さいことを示し、比較例1よりも冷却効果が優れていることがわかる。

【0092】実施例7及び8の熱抵抗については、比較例1とほぼ同じ値となっているが、耐熱衝撃特性が良好である点で、総合的に比較例1よりも冷却効果が優れた放熱積層部材を得ることが可能となる。

【0093】次に、第2の実験例は、実施例11～13と比較例1及び2について、電子回路用部材12Aの反りの状態、即ち、冷却フィン18が取り付けられる面が外側に対して、どのように反っているかを見たものである。

【0094】実施例11～13は、それぞれ上述した実施例2の構造とほぼ同じ構成を有する。そして、実施例11は実施例2と全く同じ構成を有し、実施例12は実施例2の構成に対してヒートシンク材20の熱膨張率を6.2ppm/Kとしたもの、実施例13は実施例2の構成に対してヒートシンク材20の熱膨張率を8.4ppm/Kとしたものである。

【0095】実験結果を図8に示す。図8において反り量は、ヒートシンク材20の最大長さを100mmとした場合での反り量を示す。

【0096】この実験結果から、比較例1は、ほとんど反りがなく、比較例2は反対に凹状に反っていることがわかる。実施例11～13は、いずれも凸状に反っており、好ましい形態になっている。この際、ヒートシンク材20の熱膨張率を制御し、放熱積層部材として任意の反り量を得ることが可能となる。

【0097】次に、第2の実施の形態に係る電子部品10Bについて図10～図14を参照しながら説明する。

【0098】この第2の実施の形態に係る電子部品10Bは、図10に示すように、上述した第1の実施の形態に係る電子部品10Aとほぼ同じ構成を有するが、電子回路用部材12Bの構成が一部異なる。具体的には、熱伝導層22は、絶縁基板24とヒートシンク材20との間に中間層90が介在され、更に、絶縁基板24と中間層90との間に活性元素を含む第3の接合材92が介在され、前記中間層90とヒートシンク材20との間に活性元素を含む第4の接合材94が介在されて構成されて

いる。なお、図10の例では、ヒートシンク材20の下面に金属層96を形成するようにしている。

【0099】ここで、電極30の寸法、特に最低厚さは、流れる電流の電流密度により決定され、最大厚さは、接合後の耐熱衝撃性もしくは電子部品10B全体の反り量の制御目標により決まる。好ましい範囲は、0.1~1.0mmである。この例では、0.3mmとしている。また、絶縁基板24としてA1Nを用いた場合は、0.5mmも採用することができる。

【0100】一方、絶縁基板24の寸法のうち、最低厚さは、電極30を流れる電流の絶縁性を確保できる厚さが選ばれるが、電子部品10B全体では、最も脆い材料であるため、実際上は、強度により最低厚さが決定される。つまり、熱衝撃性に耐え得る厚みであることが好ましい。

【0101】絶縁基板24の最大厚さは、熱抵抗の値（厚いほど熱抵抗が悪化する）で決まる。厚い方が強度的には有利であるが、回路としての熱伝導が悪くなる可能性がある。従って、絶縁基板24の好ましい厚みの範囲は、0.1~1.0mmが好ましい。なお、絶縁基板24としてA1Nを用いた場合、最大厚さは0.635mm程度がより好ましい。

【0102】中間層90は、熱衝撃時における絶縁基板24とヒートシンク材20の間の熱膨張差を緩和し、電子部品10B全体の接合性を向上させ、しかも、耐熱衝撃性の向上をも図ることができる。

【0103】好ましい厚みは、0.05~1.0mmである。応力の緩和だけであれば、厚みが薄くても効果（応力の緩和）があるが、中間層90の体積を電極30とほぼ同じ体積に設定すれば、絶縁基板24の上下でのバランスがよくなる。

【0104】また、中間層90を金属層とした場合、その厚みが増すと、電子部品10B全体としての熱伝導は向上するため、そのかねあいで中間層90の厚さを決定することが好ましい。

【0105】従って、中間層90の材料としては、熱伝導の高い銅、銀、アルミニウム又はこれらの合金が挙げられるが、応力の緩和の効果は、アルミニウムを1とすると、銅は7~8、銀は5~6程度であるため、その比率により厚さを考慮することが好ましい。

【0106】また、熱伝導は、アルミニウムが230W/mK、銅は390W/mK、銀は415W/mK程度であり、この中では銀が最もよいが、製造コストと接合材92及び94との温度とのかねあいで選ぶことが好ましい。この第2の実施の形態では、中間層90の材料として、アルミニウムや銅を選択した。

【0107】中間層90は、上述したように、熱膨張差で発生する応力の緩和のほか、熱の放射性の向上という機能もある。

【0108】ヒートシンク材20は、冷却フィン18に

固定するための強度を有し、電極30上のICチップ16で発生した熱の伝達性により、寸法が決定される。通常は、3mm程度であるが、ヒートシンク材20を直接水冷したり、ヒートシンク材20自体にフィンの形状を持たせて空冷するなどの手法が考えられるため、ヒートシンク材20の厚みは、好ましくは、1~30mmである。

【0109】ヒートシンク材20の下面に形成される金属層96は、ヒートシンク材20に固定される冷却フィン18との相性によって材料を選定することが好ましい。もちろん、ヒートシンク材20を直接水冷したり、ヒートシンク材20自体にフィンの形状を持たせる場合においては、それに応じた厚みや形状などが考えられる。

【0110】第3及び第4の接合材92及び94については、上述した第1の実施の形態に係る電子部品10Aにて用いた第1及び第2の接合材26及び28と同じであるため、ここではその重複説明を省略する。

【0111】次に、第2の実施の形態に係る電子回路用部材12B及び電子部品10Bの製造方法について図11A及び図11Bを参照しながら説明する。

【0112】第2の実施の形態に係る製造方法は、まず、図11Aに示すセッティング工程において、ヒートシンク材20上に、第4の接合材94、中間層90、第3の接合材92、絶縁基板24、第2の接合材28及び電極30の順に載置（セッティング）する。このセッティングは、例えば大気中で行われる。

【0113】次に、図11Bに示す接合工程において、前記第4の接合材94、中間層90、第3の接合材92、絶縁基板24、第2の接合材28及び電極30がセッティングされたヒートシンク材20を治具70上に固定し、例えば 1.0×10^{-5} Torr以下の真空中にて、上方から加圧を行いながら、昇温・降温を行って接合する。この接合処理によって、図10に示すように、電極30、絶縁基板24及びヒートシンク材20が一体化された接合体、即ち、電子回路用部材12Bが得られる。

【0114】前記接合工程での加圧は、0.2MPa以上、10MPa以下之力で加圧することが好ましい。この場合、接合後の第3及び第4の接合材92及び94の平均厚みは、50μm以下、望ましくは10μm以下、更に望ましくは5μm以下である。この厚みは前記加圧によって制御可能である。

【0115】その後の処理は、上述した第1の実施の形態に係る電子回路用部材12A及び電子部品10Aの製造方法と同様であるため、ここでは、その重複説明を省略する。

【0116】この第2の実施の形態に係る電子回路用部材12B、その製造方法並びに電子部品10Bにおいては、絶縁基板24と中間層90との間に活性元素を含む

第3の接合材92を介在させ、前記中間層90とヒートシンク材20との間に活性元素を含む第4の接合材94を介在させるようにしたので、第3及び第4の接合材92及び94に含まれる活性金属によって、絶縁基板24と中間層90とが強固に接合されると共に、中間層90とヒートシンク材20とか強固に接合される。

【0117】しかも、中間層90の存在により、熱衝撃時における絶縁基板24とヒートシンク材20との間の熱膨張差を緩和することができ、該電子回路用部材12B全体の接合性を向上させることができる。即ち、前記中間層90によって電子回路用部材12Bの耐熱衝撃性を向上させることができる。

【0118】ここで、3つの実験例（便宜的に第3～第5の実験例と記す）を示す。まず、第3の実験例は、図12及び図13に示すように、実施例21～25について、中間層90を介在させることによる熱伝導率の向上の度合いを見たものである。

【0119】実施例21は、絶縁基板24として、熱伝導率が180W/mKのA1Nを用い、実施例22～25は、それぞれ絶縁基板24として、熱伝導率が30、40、60、90W/mKのSi₃N₄を用いた例を示す。実験結果を図12及び図13に示す。なお、中間層90は、いずれも熱伝導率が390W/mKのCuを用いた。また、図12では、絶縁基板24の材質としてのSi₃N₄を単に「SN」と表示してある。

【0120】図13において、棒グラフは絶縁基板24の熱伝導率を示し、折れ線グラフは接合体（電子回路用部材12B）の理論熱伝導率をプロットしたものである。

【0121】これらの図12及び図13から、中間層90を介在させることにより、接合体としたときの熱伝導率が大幅に向上していることがわかり、特に、実施例22～25においては、絶縁基板24の熱伝導率の3～6倍の向上を示している。

【0122】次に、第4の実験例は、中間層90を介在させた場合とさせない場合、並びに接合時の圧力による接合体（電子回路用部材）の反り量を測定したものである。この実験結果を図14に示す。

【0123】この図14から、中間層90がある方が反り量が少なく、加圧力が小さい方が反り量が少ないことがわかり、また、中間層90の厚さが薄い方が反り量が少なくなっていることがわかる。

【0124】中間層90として金属層を用いた場合は、上述したように、その厚みが増すと、電子部品10B全体としての熱伝導は向上するが、厚みが薄い方が全体の反り量が少なくなるため、これらの点を考慮して中間層90の寸法を決定することが好ましいことがわかる。

【0125】第5の実験例は、実施例51～53についての耐熱衝撃特性を試験したものである。実施例51は、絶縁基板24としてSi₃N₄を用い、中間層90を

介在させた構成を有し、実施例52は、絶縁基板24としてA1Nを用い、中間層90を介在させた構成を有し、実施例53は、絶縁基板24としてSi₃N₄を用い、中間層90を介在させない構成を有する。

【0126】そして、この耐熱衝撃試験については、耐熱衝撃試験装置（タバイエスペック製：TSA-71S）を用いて行った。この耐熱衝撃試験装置は、試料設置エリア、高温エリア及び低温エリアの3領域に分けられており、試料室に通じるダンパ（温度シャッタの役目）が開閉して外気導入をすることによって、試料室内を低温・常温・高温へと瞬時に変化させる構造を有している。

【0127】試験は、室温にて5分間保持後に-65°Cまで降温し、-65°Cにて15分間保持した後、室温まで昇温し、室温にて5分間保持後に150°Cまで昇温を行い、150°Cにて15分間保持した後に室温まで降温を行い、この一連の操作を1サイクルとした。

【0128】各試料毎に5個用意し、そのうち1個でも、絶縁基板にクラックが発生するか、あるいは放熱板の接合部での剥離が生じた時点でのサイクル数をもって、各試料の耐熱衝撃特性を評価した。

【0129】なお、上記の耐熱衝撃試験後での絶縁基板24側へのクラックの有無の判定に関しては、超音波探傷試験装置（日立製：AT7500）にて評価を行った。

【0130】この第5の実験例の結果、実施例51の耐熱衝撃特性は1000サイクル以上であり、実施例52は200サイクル以下であり、実施例53は500回前後であった。

【0131】従って、絶縁基板24としてSi₃N₄を用い、更に中間層90を介在させることにより、熱衝撃性が向上していることがわかる。

【0132】なお、この発明に係る電子回路用部材及びその製造方法並びに電子部品は、上述の実施の形態に限らず、この発明の要旨を逸脱することなく、種々の構成を探り得ることはもちろんである。

【0133】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る電子回路用部材及びその製造方法並びに電子部品によれば、製造工程を大幅に低減することができ、製造コストの低廉化を有効に図ることができ、しかも熱的信頼性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施の形態に係る電子部品の構成を示す縦断面図である。

【図2】本実施の形態に係る電子回路用部材と冷却フィンを示す断面図である。

【図3】ヒートシンク材の構成材料の一例であるSiC/Cu複合材を示す拡大図である。

【図4】ヒートシンク材の構成材料の他の例であるC/

Cu複合材を示す拡大図である。

【図5】図5Aはセッティング工程を示す説明図であり、図5Bは接合工程を示す説明図である。

【図6】実施例1～8並びに比較例1及び2の構成を示す表図である。

【図7】第1及び第2の実験例の実験結果を示す表図である。

【図8】第3の実験例の実験結果を示す表図である。

【図9】熱抵抗測定装置の概略構成を示す説明図である。

【図10】第2の実施の形態に係る電子部品の構成を示す縦断面図である。

【図11】図11Aはセッティング工程を示す説明図であり、図11Bは接合工程を示す説明図である。

【図12】第3の実験例での結果を示す表図である。

【図13】第3の実験例での結果を示すグラフである。

【図14】第4の実験例での結果を示す表図である。

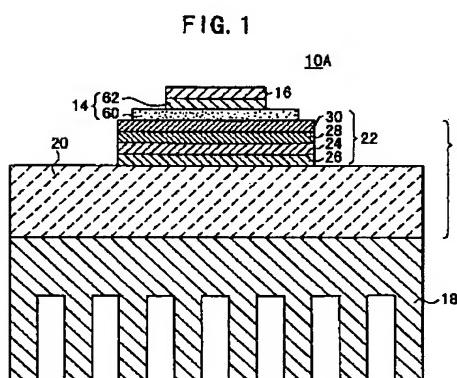
【図15】従来例に係る電子部品を示す縦断面図である。

【図16】他の従来例に係る電子部品を示す縦断面図である。

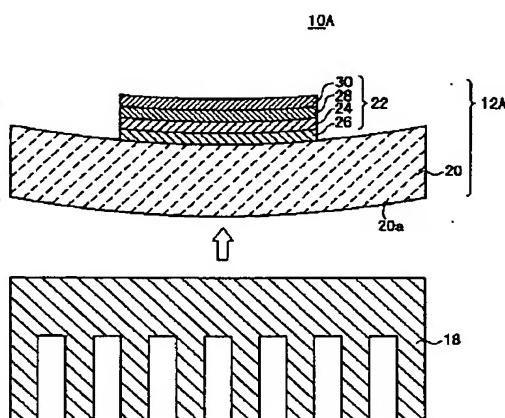
【符号の説明】

10A、10B…電子部品	12A、12B…電子回路用部材
14…下地層	16…ICチップ
18…冷却フィン	20…ヒートシンク材
22…熱伝導層	24…絶縁基板
26…第1の接合材	28…第2の接合材
30…電極	90…中間層
32…第3の接合材	94…第4の接合材

【図1】



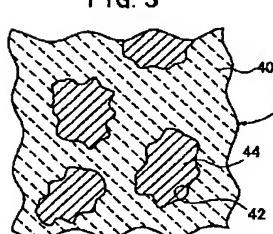
【図2】



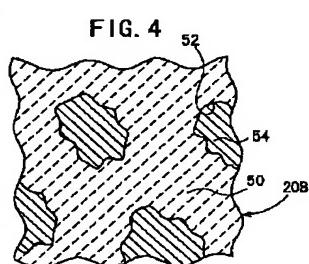
【図7】

	熱抵抗 (規格化値)
実施例 1	0.75
実施例 2	0.75
実施例 3	0.95
実施例 4	0.94
実施例 5	0.81
実施例 6	0.80
実施例 7	1.02
実施例 8	1.03
比較例 1	1.00
比較例 2	0.67

【図3】



【図4】



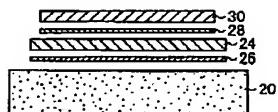
【図8】

	ヒートシンク材 熱膨張率 (ppm/K)	反り方向	反り量 (mm)
実施例 11	4.5	凸	0.06
実施例 12	6.2	凸	0.04
実施例 13	8.4	凸	0.02
比較例 1	17	-	-
比較例 2	17	凹	0.08

FIG. 8

【図5】

FIG. 5A



【図9】

FIG. 9

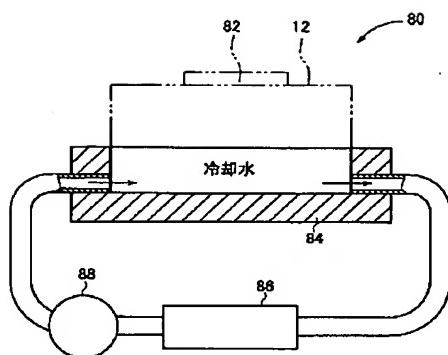
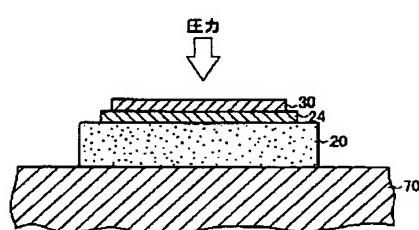


FIG. 5B



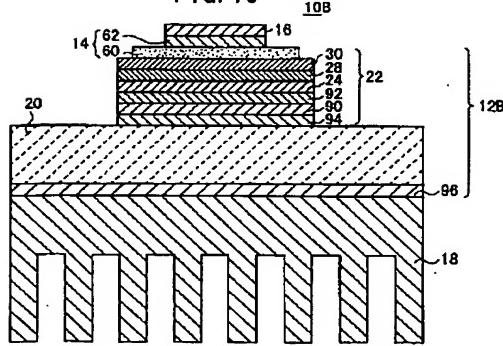
【図6】

FIG. 6

	ヒートシング材	ヒートシング材/絶縁基板 界面	絶縁基板	絶縁基板/電極 界面	電極
実施例 1	C/Cu 複合材	Ag-Cu-Ti 吻	AlN	Ag-Cu-Ti 系	Cu
実施例 2	C/Cu 複合材	Ag-Cu-In-Ti 吻	AlN	Ag-Cu-In-Ti 吻	Cu
実施例 3	SiC/Cu 複合材	Ag-Cu-Ti 吻	AlN	Ag-Cu-Ti 系	Cu
実施例 4	SiC/Cu 複合材	Ag-Cu-In-Ti 吻	AlN	Ag-Cu-In-Ti 系	Cu
実施例 5	C/Cu 複合材	Ag-Cu-Ti 吻	Si ₃ N ₄	Ag-Cu-Ti 系	Cu
実施例 6	C/Cu 複合材	Ag-Cu-In-Ti 吻	Si ₃ N ₄	Ag-Cu-In-Ti 系	Cu
実施例 7	SiC/Cu 複合材	Ag-Cu-Ti 吻	Si ₃ N ₄	Ag-Cu-Ti 系	Cu
実施例 8	SiC/Cu 複合材	Ag-Cu-In-Ti 吻	Si ₃ N ₄	Ag-Cu-In-Ti 系	Cu
比較例 1	Cu	半田/Ni フラット/Cu/Ag-Cu-Ti 吻	AlN	Ag-Cu-Ti 系	Cu
比較例 2	Cu	Ag-Cu-In-Ti 吻	AlN	Ag-Cu-In-Ti 系	Cu

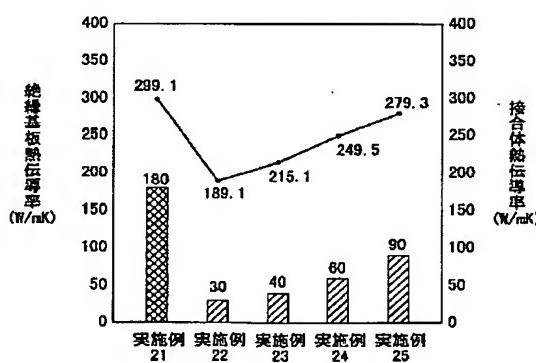
【図10】

FIG. 10



【図13】

FIG. 13



【図11】

FIG. 11A

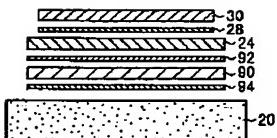
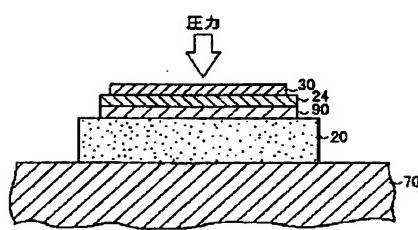


FIG. 11B



【図14】

FIG. 14

実施例	電極 [鋼] (mm)	絶縁基板 (mm)	中間層 (mm)	ヒートシンク 材 (mm)	金属層 (mm)	そり 方向	そり 量 (μm)	接合 圧力 (NPa)
31	0.3	AlN 0.635	0.3	C/Cu 3	0.1	下に凸	75	2.5
32	0.3	AlN 0.635	0.3	C/Cu 3	0.1	下に凸	125	7.5
33	0.3	AlN 0.635	なし	C/Cu 3	なし	下に凸	375	2.5
34	0.3	AlN 0.635	なし	C/Cu 3	なし	下に凸	175	7.5
35	0.3	Si ₃ N ₄ 0.3	0.3	C/Cu 3	なし	下に凹	125	2.5
36	0.3	Si ₃ N ₄ 0.3	0.1	C/Cu 3	なし	下に凹	80	2.5
37	0.3	Si ₃ N ₄ 0.3	なし	C/Cu 3	なし	下に凹	525	2.5
38	0.3	Si ₃ N ₄ 0.3	なし	C/Cu 3	0.1	下に凹	375	7.5
39	0.3	Si ₃ N ₄ 0.3	0.1	C/Cu 3	なし	下に凹	175	7.5
40	0.3	Si ₃ N ₄ 0.3	0.2	C/Cu 3	なし	下に凹	225	7.5
41	0.3	Si ₃ N ₄ 0.3	0.25	C/Cu 3	なし	下に凹	235	7.5
42	0.3	Si ₃ N ₄ 0.3	0.3	C/Cu 3	なし	下に凹	235	7.5

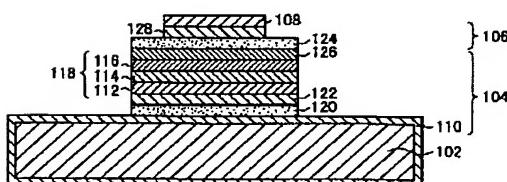
【図12】

FIG. 12

実施例	上部電極			絶縁基板			中間層			ヒートシンク材			接合体			実測値 (W/mK)
	材質	熱伝導率 (W/mK)	厚さ (mm)	材質	熱伝導率 (W/mK)	厚さ (mm)	材質	熱伝導率 (W/mK)	厚さ (mm)	材質	熱伝導率 (W/mK)	厚さ (mm)	材質	熱伝導率 (W/mK)	厚さ (mm)	
21	Cu	390	0.3	AlN	180	0.635	Cu	390	0.3	C/Cu	330	3.000	4.235	299.1	284.1851	
22	Cu	390	0.3	SN	30	0.3	Cu	390	0.3	C/Cu	330	3.000	3.900	189.1	179.5983	
23	Cu	390	0.3	SN	40	0.3	Cu	390	0.3	C/Cu	330	3.000	3.900	215.1	204.3645	
24	Cu	390	0.3	SN	60	0.3	Cu	390	0.3	C/Cu	330	3.000	3.900	249.1	237.0537	
25	Cu	390	0.3	SN	90	0.3	Cu	390	0.3	C/Cu	330	3.000	3.900	279.3	265.3497	

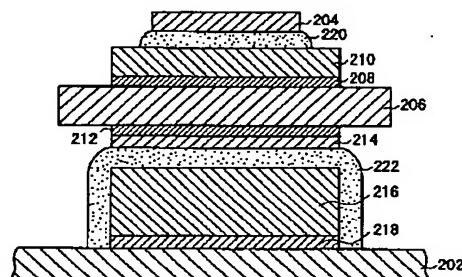
【図15】

FIG. 15 100



【図16】

FIG. 16 200



フロントページの続き

(72)発明者 來田 雅裕 F ターム(参考) 4G026 BA01 BB01 BB02 BB03 BB13
愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日 BB14 BB16 BB17 BB21 BB22
本碍子株式会社内 BB27 BB35 BD14 BF11 BF42
(72)発明者 鈴木 健 BG03 BG23 BH07
愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日 5F036 AA01 BB05 BB21 BC06 BD01
本碍子株式会社内 BD03 BD13 BD14

JAPANESE

[JP,2002-043482,A]

CLAIMS DETAILED DESCRIPTION TECHNICAL FIELD PRIOR ART EFFECT OF THE
INVENTION TECHNICAL PROBLEM MEANS DESCRIPTION OF DRAWINGS
DRAWINGS

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The member for electronic circuitries characterized by the jointing material for corrugated fibreboard containing an active element intervening between the layers and heat sink material which function as an insulating substrate.

[Claim 2] The member for electronic circuitries characterized by for an interlayer intervening between the layers and heat sink material which function as an insulating substrate, and the jointing material for corrugated fibreboard which contains an active element, respectively intervening between said interlayers and said heat sink material at the list between the layer which functions as said insulating substrate, and said interlayer.

[Claim 3] The member for electronic circuitries to which coefficient of thermal expansion of the layer which functions as said insulating substrate, said jointing material for corrugated fibreboard, and said heat sink material is characterized by being $3.0 \times 10^{-6} - 1.0 \times 10^{-5}/K$ in the member for electronic circuitries according to claim 1 or 2.

[Claim 4] It is the member for electronic circuitries characterized by being the brazing solder material in which said jointing material for corrugated fibreboard contains an active element in the member for electronic circuitries given in any 1 term of claims 1-3.

[Claim 5] the member for electronic circuitries given in any 1 term of claims 1-4 -- setting -- said active element -- the [periodic table] -- the [2A group and] -- the [3A group and] -- the [4A group and] -- the [5A group or] -- the member for electronic circuitries characterized by being at least one of the elements belonging to either of the 4B groups.

[Claim 6] It is the member for electronic circuitries characterized by making into a component at least one chosen from the group which said heat sink material becomes from SiC, AlN, Si₃N₄, BeO and aluminum 2O₃, Be₂C, C and Cu, Cu alloy, aluminum, aluminum alloy, Ag, Ag alloy, and Si in the member for electronic circuitries given in any 1 term of claims 1-5.

[Claim 7] Said heat sink material is a member for electronic circuitries to which it is characterized by consisting of composite material with which Cu or Cu alloy sank into the SiC base material in the member for electronic circuitries according to claim 6.

[Claim 8] Said heat sink material is a member for electronic circuitries to which it is

- characterized by consisting of composite material with which Cu or Cu alloy sink into C base material in the member for electronic circuitries according to claim 6.
- [Claim 9] The layer which functions as said insulating substrate in the member for electronic circuitries given in any 1 term of claims 1-8 is a member for electronic circuitries characterized by being four layers of AlN layer or Si3Ns.
- [Claim 10] The member for electronic circuitries characterized by making into a convex configuration the field in which a cooling fin is attached among said heat sink material toward the method of outside in the member for electronic circuitries given in any 1 term of claims 1-9.
- [Claim 11] The member for electronic circuitries to which the amount of protrusions of the convex configuration of said heat sink material is characterized by being 1 / 200 - 1/20000 to the maximum length of said heat sink material in the member for electronic circuitries according to claim 10.
- [Claim 12] The manufacture approach of the member for electronic circuitries characterized by joining to coincidence the layer and electrode which function as heat sink material and an insulating substrate.
- [Claim 13] The manufacture approach of the member for electronic circuitries characterized by including the process which joins the layer which functions as an insulating substrate through the jointing material for corrugated fibreboard containing an active element on heat sink material.
- [Claim 14] The manufacture approach of the member for electronic circuitries characterized by including the process which make an interlayer intervene between the layers which function as heat sink material and an insulating substrate, make the 1st jointing material for corrugated fibreboard containing an active element intervene between the layer which functions as said insulating substrate, and said interlayer, and the 2nd jointing material for corrugated fibreboard which contains an active element between said interlayers and said heat sink material is made to intervene, and joins these members.
- [Claim 15] It is the manufacture approach of the member for electronic circuitries characterized by performing said junction process with pressurization in the manufacture approach of the member for electronic circuitries given in any 1 term of claims 12-14.
- [Claim 16] It is the manufacture approach of the member for electronic circuitries characterized by said welding pressure being 0.2 or more MPas and 10 MPas or less in the manufacture approach of the member for electronic circuitries according to claim 15.
- [Claim 17] The manufacture approach of the member for electronic circuitries that coefficient of thermal expansion is characterized by using the thing of $3.0 \times 10^{-6} - 1.0 \times 10^{-5}/K$ in the manufacture approach of the member for electronic circuitries according to claim 13 or 14, respectively as the layer which functions as said insulating substrate, said jointing material for corrugated fibreboard, and heat sink material.
- [Claim 18] The manufacture approach of the member for electronic circuitries characterized by using the brazing solder material which contains an active element in any 1 term of

claims 13-17 as said jointing material for corrugated fibreboard in the manufacture approach of the member for electronic circuitries a publication.

[Claim 19] the manufacture approach of the member for electronic circuitries according to claim 18 -- setting -- as said active element -- the [periodic table] -- the [2A group and] -- the [3A group and] -- the [4A group and] -- the [5A group or] -- the manufacture approach of the member for electronic circuitries characterized by using at least one of the elements belonging to either of the 4B groups.

[Claim 20] In the manufacture approach of the member for electronic circuitries given in any 1 term of claims 12-19 As said heat sink material, SiC, AlN, Si₃N₄, BeO, The manufacture approach of the member for electronic circuitries characterized by using what makes a component at least one chosen from the group which consists of aluminum 2O₃, Be₂C, C and Cu, Cu alloy, aluminum, aluminum alloy, Ag, an Ag alloy, and Si.

[Claim 21] The manufacture approach of the member for electronic circuitries that Cu or Cu alloy is characterized by using what consists of composite material with which it sank in as said heat sink material at a SiC base material in the manufacture approach of the member for electronic circuitries according to claim 20.

[Claim 22] The manufacture approach of the member for electronic circuitries that Cu or Cu alloy is characterized by using what consists of composite material with which it sank in as said heat sink material at C base material in the manufacture approach of the member for electronic circuitries according to claim 20.

[Claim 23] The manufacture approach of the member for electronic circuitries characterized by using four layers of AlN layer or Si₃N₄ as a layer which functions as said insulating substrate in the manufacture approach of the member for electronic circuitries given in any 1 term of claims 12-22.

[Claim 24] They are the electronic parts characterized by for the jointing material for corrugated fibreboard which contains an active element between the layer on which said heat-conduction layer functions as an insulating substrate at least, and said heat sink material intervening in the electronic parts with which the electronic-circuitry chip was mounted through the heat-conduction layer and the substrate layer on heat sink material, and constituting it.

[Claim 25] In the electronic parts with which the electronic-circuitry chip was mounted through the heat-conduction layer and the substrate layer on heat sink material said heat-conduction layer An interlayer intervenes between the layers and heat sink material which function as an insulating substrate at least. Electronic parts characterized by for the 1st jointing material for corrugated fibreboard containing an active element intervening between the layer which functions as said insulating substrate, and said interlayer, and for the 2nd jointing material for corrugated fibreboard which contains an active element between said interlayers and said heat sink material intervening, and being constituted.

[Claim 26] They are the electronic parts characterized by forming the electrode through another jointing material for corrugated fibreboard containing an active element on the layer

on which said heat-conduction layer functions as said insulating substrate in electronic parts according to claim 24 or 25.

[Translation done.]

JAPANESE

[JP,2002-043482,A]

CLAIMS DETAILED DESCRIPTION TECHNICAL FIELD PRIOR ART EFFECT OF THE INVENTION TECHNICAL PROBLEM MEANS DESCRIPTION OF DRAWINGS DRAWINGS

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to electronic parts at the member for electronic circuitries used in order to cool the electronic-circuitry chip which consisted of semi-conductors etc., and its manufacture approach list.

[0002]

[Description of the Prior Art] Heat is a powerful enemy and it must be made for internal temperature not to have to exceed maximum-permissible virtual junction temperature for a semiconductor device generally. Moreover, with semiconductor devices, such as a power transistor and a semi-conductor rectifying device, since the power consumption per area of operation is large, only by the heating value emitted from the case (package) of a semiconductor device, or a lead, a generating heating value cannot be emitted and there is a possibility of the internal temperature of equipment rising and causing a thermal runaway.

[0003] This phenomenon is the same also in the semiconductor device which carried CPU, the calorific value at the time of actuation increases with improvement in a clock frequency, and the thermal design in consideration of heat dissipation is becoming an important matter.

[0004] In the thermal design in consideration of prevention of said thermal runaway etc., the component design and packaging design which considered fixing the large heat sink of a heat sinking plane product in the case (package) of a semiconductor device are performed.

[0005] Generally as an ingredient for said heat sinks, metallic materials, such as copper with good thermal conductivity and aluminum, are used.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Recently, though a low power drive aiming at a low power is aimed at in semiconductor devices, such as CPU and memory, it is in the inclination which the semiconductor device itself enlarges with high integration of a component, and expansion-izing of component formation area. When a semiconductor device is enlarged, the stress produced according to the difference of the thermal expansion of a semi-conductor base (the insulating substrate of AlN or Si3N4 grade is included in semiconductor device lists, such as silicon and GaAs) and a heat sink becomes large, and there is a possibility that the exfoliation phenomenon of a semiconductor device, malfunction of mechanical destruction and a semiconductor device, etc. may arise.

[0007] In order to prevent this, implementation of a low power drive of a semiconductor device and the improvement of heat sink material are mentioned. The low power drive of a semiconductor device escapes from the TTL level (5V) used from the former as current and supply voltage, and level not more than 3.3V is put in practical use.

[0008] On the other hand, it not only considers thermal conductivity, but as a component of a heat sink, silicon, and GaAs and coefficient of thermal expansion which are a semi-conductor base are mostly in agreement, and, moreover, selection of an ingredient with high thermal conductivity is needed.

[0009] About the improvement of heat sink material, there are an example which there are various reports, for example, used aluminium nitride (AlN), an example using Cu(copper)-W (tungsten), etc. Moreover, Cu-W is a composite material which combines the low-heat expansibility of W, and the high temperature conductivity of Cu.

[0010] the thing (conventional example 1: refer to JP,8-279569,A) which 20 - 40 volume % came [thing] out of Metal Cu to the ceramic base material which uses SiC as a principal component comparatively, and made it contain as other examples, and the powder sintering porous body which consists of mineral matter -- Cu -- 5 - 30wt% -- what was infiltrated (conventional example 2: refer to JP,59-228742,A) is proposed. However, it is hard to say that these heat sink material has not necessarily satisfied the commercial-scene demand in the balance of a property, workability, a price, etc.

[0011] Here, the conventional electronic parts 100 which took the measures against heat are explained, referring to

drawing 15. On the heat sink material 102, through the heat-conduction layer 104 and the substrate layer 106, the IC chip 108 is mounted and these electronic parts 100 are constituted. On nickel plating layer 110 formed so that the heat sink material 102 might be covered, the layered product 118 which consists of an up electrode layer 116 by the lower electrode layer 112 by Cu or aluminum, the insulating layer (AlN layer) 114 and Cu, or aluminum is joined, and the heat-conduction layer 104 is constituted. In order to make good wettability to the solder layer 120 of the lower electrode layer 112 between a layered product 118 and the solder layer 120 in this case, he is trying to make the nickel layer 122 intervene, although it is made to perform junction to nickel plating layer 110 and a layered product 118 in the solder layer 120.

[0012] On the layered product 118, the IC chip 108 is mounted through the solder layer 124. In order to make good wettability to the solder layer 124 of the up electrode layer 116 between a layered product 118 and the solder layer 124 also in this case, the nickel layer 126 is made to intervene, and in order to make good wettability to the solder layer 124 of this IC chip 108, he is trying to make the nickel layer 128 intervene between the IC chip 108 and the solder layer 124.

[0013] Moreover, the electronic parts 200 (for example, refer to JP,11-307696,A) concerning other conventional examples The metal base plate 202 for radiating heat in the heat generated with a semiconductor chip, as shown in drawing 16 . The ceramic plate 206 for insulating a semiconductor chip 204 from the metal base plate 202, The up electrode 210 prepared in the top face of this ceramic plate 206 through the low material 208, The lower electrode 214 prepared in the inferior surface of tongue of the ceramic plate 206 through the low material 212, The metal spacer 216 for extending spacing of the metal base plate 202 and the ceramic plate 206, It has the low material 218 for fixing the metal spacer 216 to the metal base plate 202, the solder layer 220 for fixing a semiconductor chip 204 on the up electrode 210, and the solder layer 222 for fixing the lower electrode 214 on the metal spacer 216, and is constituted.

[0014] However, it sets to the conventional electronic parts 100 shown in above-mentioned drawing 15 . The 1st process which forms nickel plating layer 110 in the heat sink material 102, The 2nd process which forms the nickel layer 128 in the inferior surface of tongue of the IC chip 108, and the 3rd and 4th processes which form the up electrode layer 116 and the lower electrode layer 112 by aluminum in both sides of an insulating layer 114, respectively, and produce a layered product 118, The 5th and 6th processes which form the nickel layers 126 and 122 in the end face of the up electrode layer 116, and the end face of the lower electrode layer 112, respectively, The 7th process which joins a layered product 118 through the solder layer 120 on nickel plating layer 110 of the heat sink material 102, At least eight processes of the 8th process which joins the IC chip 108 through the solder layer 124 are required on a layered product 118, and there is a problem that a production process is complicated. This will cause increase of the cost in a final product as a result.

[0015] Moreover, since there are many members which carry out a laminating, if a miniaturization is taken into consideration, it is possible but (for example, hundreds of micrometers) to make thickness of the solder layer 120 thin, and since there are many junction interfaces (junction interface by the dissimilar material) from which the heat dissipation nature of solder layer 120 the very thing serves as a bad thing and hindrance of heat dissipation nature, there is a possibility that un-arranging [that generation of heat from the IC chip 108 cannot be efficiently led to the heat sink material 102] may arise.

[0016] Furthermore, since it is junction by the solder layer 120, when exposed to a heat cycle or a thermal shock, there is also a possibility that a durable property may deteriorate. That is, when a heat cycle or a thermal shock is received, exfoliation of curvature and **:electrode, the crack to **:insulating substrate, the crack to **:soldering section, etc. will occur in **:insulating substrate, and the malfunction of a semiconductor device will be brought about. This point is the same also in the electronic parts 200 concerning other conventional examples shown in drawing 16 .

[0017] This invention can be made in consideration of such a technical problem, a production process can be reduced sharply, cheap-ization of a manufacturing cost can be attained effectively, and it aims at providing with electronic parts the member for electronic circuitries which can moreover raise thermal dependability, and its manufacture approach list.

[0018]

[Means for Solving the Problem] The member for electronic circuitries concerning this invention is characterized by the jointing material for corrugated fibreboard containing an active element intervening between the layers (following, for convenience insulating substrate) and heat sink material which function as an insulating substrate.

[0019] By this, with the active metal contained in a jointing material for corrugated fibreboard, while an insulating substrate and a jointing material for corrugated fibreboard are joined firmly, heat sink material and a jointing material for corrugated fibreboard will be joined firmly, and an insulating substrate and heat sink material will be joined firmly as a result.

[0020] Moreover, the member for electronic circuitries concerning this invention is characterized by for an interlayer intervening between the layers and heat sink material which function as an insulating substrate, and the jointing material for corrugated fibreboard which contains an active element, respectively intervening between said interlayers and said heat sink material at the list between the layer which functions as said insulating substrate, and said interlayer.

[0021] By this, with the active metal contained in a jointing material for corrugated fibreboard, while an insulating substrate and an interlayer are joined firmly, an interlayer and heat sink material will be joined firmly and an insulating substrate and heat sink material will be joined firmly as a result.

[0022] And by existence of an interlayer, the differential thermal expansion between the insulating substrates and heat sink material at the time of a thermal shock can be eased, and the junction nature of this whole member for electronic circuitries can be raised. That is, the thermal shock resistance of the member for electronic circuitries can be raised by said interlayer.

[0023] And in this invention, it is desirable to set to 3.0×10^{-6} - $1.0 \times 10^{-5}/K$ coefficient of thermal expansion of the layer which functions as said insulating substrate, said jointing material for corrugated fibreboard, heat sink material, and an interlayer. Moreover, as for an interlayer, it is desirable to have the coefficient of thermal expansion of 3×10^{-6} - $1.0 \times 10^{-5}/K$ so that the stress generated at the time of a thermal shock can be eased, or that it is the ingredient of the low proof stress in low Young's modulus as the stress generated by thermal expansion decreases. From this, aluminum, silver, copper, or these alloys can be used as an interlayer.

[0024] Even if for example, IC chip is mounted in this member for electronic circuitries, it considers as electronic parts by this and the temperature of IC chip rises with use of these electronic parts, exfoliation with heat sink material and an insulating substrate is not produced.

[0025] It is desirable to use especially the brazing solder material which contains an active element as said jointing material for corrugated fibreboard. In this case, 50 micrometers or less of 10 micrometers or less of average thickness of the jointing material for corrugated fibreboard after junction are 5 micrometers or less still more desirably desirably. This thickness is controllable by pressurization. Since it excels in heat dissipation nature as compared with the case where a solder layer is used, generation of heat from above-mentioned IC chip is efficiently transmitted to heat sink material, and the thermal design to electronic parts can be performed easily. Moreover, even when exposed to a heat cycle, a thermal shock, etc., it is not generated in an insulating substrate but a crack etc. can aim at improvement in thermal dependability to it.

[0026] That is, although exfoliation of curvature and **:electrode, the crack to **:insulating substrate, the crack to **:soldering section, etc. occur in **:insulating substrate and the malfunction of a semiconductor device is brought about when soldering is used, and a heat cycle or a thermal shock is received, in this invention, a series of above-mentioned faults are not produced, but the reliable member list for electronic circuitries can be provided with electronic parts.

[0027] as said active element -- the [periodic table] -- the [2A group and] -- the [3A group and] -- the [4A group and] -- the [5A group or] -- at least one of the elements belonging to either of the 4B groups can be used.

[0028] What makes a component at least one chosen from the group which consists of SiC, AlN, Si₃N₄, BeO and aluminum 2O₃, Be₂C, C and Cu, Cu alloy, aluminum, aluminum alloy, Ag, an Ag alloy, and Si as said heat sink material can be used.

[0029] By using that from which Cu or Cu alloy was especially constituted from composite material with which it sank in by the SiC base material as said heat sink material, and the thing from which Cu or Cu alloy was constituted from composite material with which it sank in by C (carbon) base material A low-thermal expansion coefficient and high temperature conductivity can be made to attain, and it becomes possible to reduce greatly the mismatching of coefficient of thermal expansion with an insulating substrate, and to almost adjust it, and thereby, generating of the residual stress to the insulating substrate at the time of junction is controlled, and the junction processing by the large area is attained.

[0030] As a layer which functions as said insulating substrate, four layers of AlN layer or Si₃N₄ can be used. Thereby, coefficient of thermal expansion is almost the same as IC chip, and, moreover, can constitute an insulating substrate with high thermal conductivity.

[0031] Moreover, it is desirable to make into a convex configuration the field in which a cooling fin is attached among said heat sink material toward the method of outside. However, since grease is used between heat sink material and a cooling fan, even if it is a configuration usually near a flat surface, of course, it can be used.

[0032] And when making into a convex configuration the field in which a cooling fin is attached toward the method of outside, it is desirable that the amounts of protrusions of the convex configuration of said heat sink material are 1 / 200 - 1/20000 to the maximum length of said heat sink material. When it fixes a cooling fin to heat sink material for example, by a screw stop etc., while immobilization with heat sink material and a cooling fin becomes easy by this, the adhesion of these members can be raised and heat dissipation nature can be raised.

[0033] Next, the manufacture approach of the member for electronic circuitries concerning this invention is characterized by joining to coincide the layer and electrode which function as heat sink material and an insulating substrate. By this, a production process can be reduced sharply, cheap-ization of a manufacturing cost can be attained effectively, and,

- moreover, thermal dependability can be raised.

[0034] And you may make it include the process which joins the layer which functions as an insulating substrate through the jointing material for corrugated fibreboard containing an active element on said heat sink material, and may make it include the process which make the 1st jointing material for corrugated fibreboard containing an active element intervene among the layers and interlayers who function as an insulating substrate, and the 2nd jointing material for corrugated fibreboard which contains an active element between this interlayer and heat sink material is made to intervene, and joins these members.

[0035] Moreover, said junction process may be made to pressurize at the time of junction in said heat sink material and said layer. As for this welding pressure, it is desirable that they are 0.2 or more MPas and 10 MPas or less. It is because junction of the layer which functions as an insulating substrate to heat sink material or junction with the layer and interlayer who function as an insulating substrate, and junction to this interlayer and heat sink material become firm.

[0036] It is desirable respectively that coefficient of thermal expansion uses the thing of $3.0 \times 10^{-6} - 1.0 \times 10^{-5}/K$ as the layer which functions as said insulating substrate, said jointing material for corrugated fibreboard, heat sink material, and an interlayer. Moreover, as for an interlayer, it is desirable to have the coefficient of thermal expansion of $3 \times 10^{-6} - 1.0 \times 10^{-5}/K$ so that the stress generated at the time of a thermal shock can be eased, or that it is the ingredient of the low proof stress in low Young's modulus as the stress generated by thermal expansion decreases. From this, aluminum, silver, copper, or these alloys can be used as an interlayer.

[0037] Moreover, it is desirable to use the brazing solder material containing an active element as said jointing material for corrugated fibreboard. In this case, it becomes possible to control the thickness of wax material by said pressurization, and the good zygote excellent in heat dissipation nature is obtained as compared with the solder layer of hundreds of conventional micrometer thickness.

[0038] and -- as said active element -- the [periodic table] -- the [2A group and] -- the [3A group and] -- the [4A group and] -- the [5A group or] -- it is desirable to use at least one of the elements belonging to either of the 4B groups.

[0039] Moreover, it is desirable to use what makes a component at least one chosen from the group which consists of SiC, AlN, Si₃N₄, BeO and aluminum 2O₃, Be₂C, C and Cu, Cu alloy, aluminum, aluminum alloy, Ag, an Ag alloy, and Si as said heat sink material.

[0040] It is desirable that from which Cu or Cu alloy is especially constituted from composite material with which it sank in by the SiC base material as said heat sink material, and that Cu or Cu alloy uses at C base material what consists of composite material with which it sank in. Moreover, it is desirable to use four layers of AlN layer or Si₃N₄s as a layer which functions as said insulating substrate.

[0041] Next, in the electronic parts with which, as for the electronic parts concerning this invention, the electronic-circuitry chip was mounted through the heat-conduction layer and the substrate layer on heat sink material, said heat-conduction layer is characterized by for the jointing material for corrugated fibreboard containing an active element intervening, and being constituted between the layer which functions as an insulating substrate at least, and said heat sink material.

[0042] Moreover, the 1st jointing material for corrugated fibreboard containing an active element intervenes among the layers and interlayers who function as an insulating substrate at least, the 2nd jointing material for corrugated fibreboard which contains an active element between said interlayers and said heat sink material intervenes, and said heat-conduction layer may be constituted.

[0043] You may make it said heat-conduction layer form an electrode through another jointing material for corrugated fibreboard containing an active element in these cases on the layer which functions as said insulating substrate.

[0044]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the example of a gestalt of operation of electronic parts in the member for electronic circuitries concerning this invention and its manufacture approach list is explained, referring to drawing 1 - drawing 14.

[0045] First, as shown in drawing 1 , the IC chip 16 is mounted in member 12A for electronic circuitries concerning the gestalt of the 1st operation through the substrate layer 14, further, a cooling fin 18 is fixed by the inferior surface of tongue of member 12A for electronic circuitries, and electronic-parts 10A concerning the gestalt of the 1st operation is constituted.

[0046] And on the heat sink material 20, it has the heat-conduction layer 22 and member 12A for electronic circuitries concerning the gestalt of the 1st operation is constituted, as shown in drawing 2 .

[0047] Between the layer (it is hereafter described as an insulating substrate 24 for convenience) which functions as an insulating substrate at least, and said heat sink material 20, the 1st jointing material for corrugated fibreboard 26 containing an active element intervenes, and the heat-conduction layer 22 is constituted.

[0048] Said heat-conduction layer 22 is constituted from said 1st jointing material for corrugated fibreboard 26 and insulating substrate 24, the 2nd jointing material for corrugated fibreboard 28 formed on this insulating substrate 24, and the electrode 30 which consists of Cu or aluminum formed on this 2nd jointing material for corrugated fibreboard 28 by the gestalt of this 1st operation.

[0049] Here, four layers of AlN layer or Si3Ns can be used for an insulating substrate 24. When an AlN layer is used as an insulating substrate 24, although the coefficient of thermal expansion of this AlN layer changes depending on the mol presentation ratio of aluminum and N, it is within the limits of 3.0×10^{-6} - $1.0 \times 10^{-5}/K$ in general. Therefore, as for the coefficient of thermal expansion of the heat sink material 20, it is desirable that they are 3.0×10^{-6} - $1.0 \times 10^{-5}/K$. For example, when the coefficient of thermal expansion of an insulating substrate (AlN layer) 24 is $3.0 \times 10^{-6}/K$, and it is what has the coefficient of thermal expansion to which the coefficient of thermal expansion of the heat sink material 20 exceeds $1.0 \times 10^{-5}/K$ and the temperature of this electronic-parts 10A rises in connection with electronic-parts 10A being used, it is because there is a possibility that the heat sink material 20 and an insulating substrate 24 may exfoliate mutually.

[0050] As for the mol presentation ratio of aluminum and N in an insulating substrate 24, it is desirable that it is aluminum:N=0.8:1.2-1.2:0.8. In this case, an insulating substrate 24 is because the coefficient of thermal expansion of 3.0×10^{-6} - $1.0 \times 10^{-5}/K$ and the thermal conductivity of 150 or more W/mK are certainly shown.

[0051] Moreover, as for the thermal conductivity of the heat sink material 20, it is desirable that they are 150 or more W/mK. It is because the rate which makes the heat which the IC chip 16 emitted in connection with electronic-parts 10A being used as they are less than 150 W/mK transmit to the exterior of electronic-parts 10A becomes slow, so it becomes deficient in the effectiveness of holding the temperature of this electronic-parts 10A uniformly.

[0052] Although the component of the heat sink material 20 will not be limited especially if it seems that it becomes within the limits which thermal conductivity and coefficient of thermal expansion described above, it can mention at least one as a suitable example chosen from the group which consists of SiC, AlN, Si3N4, BeO and aluminum 2O3, Be2C, C and Cu, Cu alloy, aluminum, aluminum alloy, Ag, an Ag alloy, and Si. That is, the heat sink material 20 can consist of composites which consist of a simple substance selected from these, or two or more. As composite, SiC/Cu composite 20A (refer to drawing 3) and C/Cu composite 20B (refer to drawing 4) can be illustrated.

[0053] As shown in drawing 3 , SiC/Cu composite 20A sinks in Cu or the Cu alloy 44 fused in the open pore 42 of the porosity sintered compact 40 which consisted of SiC(s), and, subsequently is obtained by solidifying this Cu or Cu alloy 44.

[0054] C/Cu composite 20B is a member which sinks in Cu or the Cu alloy 54 fused in the open pore 52 of the porosity sintered compact 50 obtained by carrying out preliminary baking and connecting carbon or its allotrope by network, is subsequently obtained by solidifying this Cu or Cu alloy 54, and is shown in an application for patent No. 80833 [2000 to], as shown in drawing 4 .

[0055] When consisting of the composite material and the alloy which the heat sink material 20 mentioned above, coefficient of thermal expansion and thermal conductivity can be controlled by setting up the presentation ratio of a constituent to above-mentioned within the limits (1.0×10^{-5} coefficient of thermal expansion 3.0×10^{-6} - $5/K$; thermal conductivity: 150 or more W/mK).

[0056] As for the 1st and 2nd jointing materials for corrugated fibreboard 26 and 28, it is desirable that it is the brazing solder material containing an active element. in this case, an active element -- the [, such as Mg, Sr, calcium, Ba, and Be, / periodic table] -- the [, such as 2A group and Ce,] -- the [, such as 3A group, and Ti Zr,] -- the [, such as 4A group or Nb,] -- the [, such as 5A group, and B Si,] -- at least one of the elements belonging to 4B group can be used. With the gestalt of the 1st operation, the brazing solder material of Ag-Cu-Ti or the brazing solder material of Ag-Cu-In-Ti was used as said 1st and 2nd jointing materials for corrugated fibreboard 26 and 28. In this case, an active element is Ti.

[0057] On the other hand, as shown in drawing 1 , the substrate layer 14 has the solder layer 60 formed on said heat-conduction layer 22, and the nickel layer 62 for making good wettability to the solder layer 60 of the IC chip 16, and is constituted.

[0058] And when using member 12A for electronic circuitries concerning the gestalt of the 1st operation, the cooling fin 18 which consisted of aluminum and Cu is fixed to the inferior surface of tongue of the heat sink material 20 for example, by the screw stop (not shown). Especially, with the gestalt of the 1st operation, as shown in drawing 2 , field (inferior surface of tongue) 20a in which said cooling fin 18 is attached among the heat sink material 20 is made into the convex configuration toward the method of outside.

[0059] It is the phase in which the heat-conduction layer 22 was formed, the heat shrink of an electrode 30 progresses by heat-treating, and as inferior-surface-of-tongue 20a of the heat sink material 20 in which the heat-conduction layer 22 was formed becomes a convex toward the method of outside, specifically, thereby, inferior-surface-of-tongue 20a of the heat

^a sink material 20 becomes a convex configuration toward the method of outside at a target as a result of curvature, so that it may mention later. In this case, as for the amount of curvatures, it is desirable that it is 1 / 200 - 1/20000 to the maximum length of the heat sink material 20. this -- it is because the adhesion of bolting of a cooling fin 18 by being out of range worsens, fault arises in respect of heat dissipation nature or problems, such as breakage of a member, arise.

[0060] Next, it explains, referring to drawing 5 A and drawing 5 B about the manufacture approach of member 12 for electronic circuitries A concerning the gestalt of the 1st operation, and electronic-parts 10A.

[0061] The manufacture approach concerning the gestalt of the 1st operation is first laid on the heat sink material 20 in the setting process shown in drawing 5 A in order of the 1st jointing material for corrugated fibreboard 26, an insulating substrate 24, the 2nd jointing material for corrugated fibreboard 28, and an electrode 30 (setting). This setting is performed for example, in atmospheric air.

[0062] Next, in the junction process shown in drawing 5 B, fixing the heat sink material 20 by which said 1st jointing material for corrugated fibreboard 26, an insulating substrate 24, the 2nd jointing material for corrugated fibreboard 28, and an electrode 30 were set on a fixture 70, for example, performing pressurization from the upper part in the vacuum of 1.0x10 to 5 or less Torrs, a temperature up and a temperature fall are performed and it joins. By this junction processing, as shown in drawing 2, the zygote with which an electrode 30, an insulating substrate 24, and the heat sink material 20 were unified, i.e., member 12A for electronic circuitries, is obtained.

[0063] As for the pressurization in said junction process, it is desirable to pressurize by the force of 0.2 or more MPas and 10 MPas or less. In this case, 50 micrometers or less of 10 micrometers or less of average thickness of the 1st and 2nd jointing materials for corrugated fibreboard 26 and 28 after junction are 5 micrometers or less still more desirably desirably. This thickness is controllable by said pressurization.

[0064] By the temperature up and temperature fall processing performed at the time of said junction, from the difference in coefficient of thermal expansion, as the heat shrink of the upper electrode 30 advances rather than other configuration film and this shows drawing 2, it will curve so that the whole (the heat-conduction layer 22 and heat sink material 20) may make a convex the inferior-surface-of-tongue 20a side of the heat sink material 20. This curvature becomes remarkable when SiC/Cu composite 20A and C/Cu composite 20B are used as heat sink material 20. The amounts of curvatures are 1 / 200 - 1/20000 to the maximum length of the heat sink material 20, as mentioned above.

[0065] In addition, as heat sink material 20, when pure Cu and Cu alloy are used, it will curve so that the inferior-surface-of-tongue 20a side of the heat sink material 20 may serve as concave contrary to ****. In this case, since it becomes difficult to attach the cooling fin 18 as shown in drawing 1, processing (post processing) for carrying out flattening of the inferior-surface-of-tongue 20a of the heat sink material 20 is needed, and there is un-arranging [of causing increase of a production process]. Therefore, as heat sink material 20, as mentioned above, it is desirable to use SiC/Cu composite 20A and C/Cu composite 20B.

[0066] The usual process is performed after member 12A for electronic circuitries concerning the gestalt of the 1st operation is produced. That is, a circuit pattern is first formed in the front face of an electrode 30. The resist for circuit formation is printed on the whole surface of an electrode 30, after hardening alternatively [the part which is not etched to this resist], a part for a non-hard spot is removed, the exposed copper is etched in a cupric chloride water solution, and, specifically, a circuit pattern is formed in the front face of an electrode 30.

[0067] Then, in order to remove the low material between circuits, the acid ammonium fluoride water solution washed and it rinsed several times further. Then, nickel-P plating was performed to the front face of the metal section as a protective layer, and the circuit pattern with a protective layer was formed in it.

[0068] Subsequently, the IC chip 16 was joined on the circuit pattern of an electrode 30. With the gestalt of the 1st operation, for example, the commercial silicon system IGBT (power semiconductor device) was joined with low-temperature solder. Furthermore, by wirebonding, although not illustrated, while connecting the metal wire to the terminal of the IC chip 16 electrically, the metal wire as well as the circuit pattern of an electrode 30 was connected.

[0069] Then, member 12A for electronic circuitries to which this IC chip 16 was joined was held in the package, the commercial silicone gel for potting was poured in and hardened inside this package, the electric insulation of said member 12A for electronic circuitries was raised, it closed further that mechanical dependability should be secured, and the power semiconductor device was produced in electronic-parts 10A concerning the gestalt of the 1st operation, and this case.

[0070] Thus, it sets at electronic-parts 10A in member 12 for electronic circuitries A concerning the gestalt of the 1st operation, and its manufacture approach list. Since an insulating substrate 24 and the heat sink material 20 were joined with the 1st jointing material for corrugated fibreboard 26 containing an active element With the active metal contained in the 1st jointing material for corrugated fibreboard 26, while an insulating substrate 24 and the 1st jointing material for corrugated fibreboard 26 are joined firmly, the heat sink material 20 and the 1st jointing material for corrugated fibreboard

26 will be joined firmly, and an insulating substrate 24 and the heat sink material 20 will be joined firmly as a result. [0071] Therefore, it becomes unnecessary to make nickel plating layer, a solder layer, nickel layer, and a lower electrode layer intervene between the heat sink material 20 and an insulating substrate 24, and is good for it only at the 1st above-mentioned jointing material for corrugated fibreboard 26. Therefore, in the gestalt of this operation, a production process can be reduced sharply and cheap-ization of a manufacturing cost can be attained effectively.

[0072] And in the gestalt of the 1st operation, since coefficient of thermal expansion of an insulating substrate 24, the 1st jointing material for corrugated fibreboard 26, and the heat sink material 20 was set to 3.0×10^{-6} - $1.0 \times 10^{-5}/K$ Even if it is referred to as electronic-parts 10A which the IC chip 16 is mounted and starts the gestalt of this operation at this member 12A for electronic circuitries and the temperature of the IC chip 16 rises with use of this electronic-parts 10A It becomes impossible to be generated and exfoliation with the heat sink material 20 and an insulating substrate 24 can raise dependability.

[0073] Especially, with the gestalt of the 1st operation, as the 1st jointing material for corrugated fibreboard 26, since the brazing solder material containing an active element was used and it excels in heat dissipation nature as compared with the case where a solder layer is used, generation of heat from the above-mentioned IC chip 16 is efficiently transmitted to the heat sink material 20, and the thermal design to electronic-parts 10A can be performed easily. Moreover, even when exposed to a heat cycle, a thermal shock, etc., to an insulating substrate 24, it is hard coming to be generated and a crack etc. can aim at improvement in thermal dependability.

[0074] Namely, although exfoliation of curvature and the **:electrode 30, the crack to the **:insulating substrate 24, and the crack to **:soldering section occur in the **:insulating substrate 24 and the malfunction of a semiconductor device is brought about when soldering is used like before, and a heat cycle or a thermal shock is received In the gestalt of this operation, a series of above-mentioned faults do not arise, and the reliable member 12A list for electronic circuitries can be provided with electronic-parts 10A.

[0075] Moreover, the thing from which Cu or Cu alloy was constituted from SiC/Cu composite 20A into which it sank by the SiC base material as said heat sink material 20, Since that from which Cu or Cu alloy was constituted from C/Cu composite 20B into which it sank by C (carbon) base material was used A low-fever expansion coefficient and high temperature conductivity can be made to attain, and it becomes possible to reduce greatly the mismatching of coefficient of thermal expansion with an insulating substrate 24, and to almost adjust it, and thereby, generating of the residual stress to the insulating substrate 24 at the time of junction is controlled, and the junction processing by the large area is attained.

[0076] For example, in C/Cu composite 20B, since the Young's modulus which is one of the ingredient physical properties is extremely low as shown in the application for patent No. 80833 [2000 to] mentioned above, it is hard to produce residual stress after junction. This stops easily being able to produce the crack to an insulating substrate 24, and exfoliation of an insulating substrate 24.

[0077] Moreover, as an insulating substrate 24, since four layers of AlN layer or Si3Ns were used, coefficient of thermal expansion is almost the same as the IC chip 16, and can constitute the insulating substrate 24 with high thermal conductivity.

[0078] Moreover, while immobilization with the heat sink material 20 and a cooling fin 18 becomes easy when it fixes a cooling fin 18 to the heat sink material 20 for example, by a screw stop etc. since field 20a in which a cooling fin 18 is attached among the heat sink material 20 was made into the convex configuration toward the method of outside, the adhesion of these members can be raised and heat dissipation nature can be raised.

[0079] Next, it explains, referring to drawing 6 - drawing 9 about two examples of an experiment (the 1st and 2nd example of an experiment). Here, in the 1st and 2nd examples of an experiment, it examines about examples 1-8 and the examples 1 and 2 of a comparison, and the difference on the configuration of these examples 1-8 and the examples 1 and 2 of a comparison is shown in drawing 6.

[0080] Namely, as an insulating substrate 24, thermal conductivity is 180 W/mK and the vertical x width of an example 1 is 40x50mm. The insulating substrate made from AlN (alumimium nitride) whose thickness is 0.635mm is used. Vertical x width as an electrode 30 by 35x45mm Vertical x width used the C/Cu composite whose thickness is 3.0mm by 50x80mm as heat sink material 20 using the electrode made from Cu (pure copper) whose thickness is 0.30mm.

[0081] And the sheet of 50 micrometers of board thickness of the Ag-Cu-Ti low material (Ag-35.25Cu-1.75Ti) of marketing which is the 1st and 2nd jointing materials for corrugated fibreboard 26 and 30 was laid in the list between the electrode 30 and the insulating substrate 24 between an insulating substrate 24 and the heat sink material 20. Subsequently, under the 0.00133Pa vacuum, after holding for 10 minutes at predetermined temperature (850 degrees C), it ****(ed) and the zygote (member 12for electronic circuitries A) was produced.

[0082] In addition, the load of the pressurization of 1MPa was carried out to member 12 for electronic circuitries A in between at the time of a temperature up and a temperature fall. Member 12A for electronic circuitries had become the form where the low material (the 1st and 2nd jointing materials for corrugated fibreboard 26 and 28) which finally has the thickness of about 5 micrometers or less, respectively intervened between the electrode 30 and the insulating substrate 24 at the list, between the heat sink material 20 and an insulating substrate 24.

[0083] Although an example 2 has the almost same configuration as the above-mentioned example 1, they differ between an insulating substrate 24 and the heat sink material 20 at the point which lays the sheet of 50 micrometers of board thickness of the Ag-Cu-In-Ti low material (Ag-27.25Cu-12.5In-1.25Ti) of marketing which is the 1st and 2nd jointing materials for corrugated fibreboard 26 and 28, and is produced by the list between the electrode 30 and the insulating substrate 24.

[0084] Although examples 3 and 4 have the respectively almost same configuration as the above-mentioned examples 1 and 2, they differ at the point using SiC/Cu composite 20A as heat sink material 20.

[0085] Although examples 5-8 have the respectively almost same configuration as the above-mentioned examples 1-4, as an insulating substrate 24, thermal conductivity is about 90 W/mK, vertical x width is 40x50mm, and they differ at the point using the insulating substrate made from Si₃N₄ (silicon nitride) whose thickness is 0.30mm.

[0086] The example 1 of a comparison has the almost same configuration as the electronic parts 200 concerning other conventional examples shown in drawing 11, as a ceramic plate 206, thermal conductivity is 180 W/mK and vertical x width is 40x50mm. Vertical x width to both sides of the insulating substrate made from AlN (aluminum nitride) whose thickness is 0.635mm by 35x45mm Vertical x width used the heat sink made from Cu whose thickness is 3.0mm by 50x80mm as heat sink material (metal base plate) 202 using the copper-clad insulating substrate to which the up electrode 210 and the lower electrode 214 by Cu (pure copper) whose thickness is 0.30mm were joined. nickel-P plating is performed to the circuit pattern of the up electrode 210 for the surface protection. And the copper-clad insulating substrate which gave said surface protection to the heat sink material 202 was soldered, and it considered as the zygote (member for electronic circuitries).

[0087] The example 2 of a comparison has the almost same configuration as the gestalt of this operation, as an insulating substrate 24, thermal conductivity is 180 W/mK and vertical x width is 40x50mm. The insulating substrate made from AlN (aluminum nitride) whose thickness is 0.635mm is used. Vertical x width as an electrode 30 by 35x45mm Vertical x width used the heat sink made from Cu whose thickness is 3.0mm by 50x80mm as heat sink material 20 using the electrode made from Cu (pure copper) whose thickness is 0.30mm.

[0088] And the sheet of 50 micrometers of board thickness of the Ag-Cu-In-Ti low material (Ag-27.25Cu-12.5In-1.25Ti) of marketing which is the 1st and 2nd jointing materials for corrugated fibreboard 26 and 28 was laid in the list between the electrode 30 and the insulating substrate 24 between an insulating substrate 24 and the heat sink material 20.

Subsequently, the bottom of a 0.00133Pa vacuum, and after holding for 10 minutes at 730 degrees C, it ****(ed) and the zygote (member 12 for electronic circuitries A) was produced. In addition, the load of the pressurization of 1MPa was carried out to member 12 for electronic circuitries A in between at the time of a temperature up and a temperature fall.

[0089] The 1st example of an experiment sees the thermal resistance about examples 1-8 and the examples 1 and 2 of a comparison. First, the thermal resistance measuring device 80 shown in drawing 9 was produced. This thermal resistance measuring device 80 pastes up a heater 82 on the upper part (correctly upper part of an electrode 30) of member 12A for electronic circuitries through solder, and forms the cooling system 84 for circulating cooling water to the inferior surface of tongue (correctly inferior-surface-of-tongue 20a of the heat sink material 20) of member 12A for electronic circuitries. The cooling system 84 is equipped with the water bath 86 with a pump, and the flowmeter 88.

[0090] And the heater 82 was made to generate heat by 10W, in the cooling system 84, cooling water was circulated by part for water temperature [of 24 degrees C], and flow rate/of 2l., the temperature of the heater side at this time and the temperature of the interface of the heat sink material 20 and cooling water were measured, and the thermal resistance of each example and the example of a comparison was calculated. Thermal resistance performed relative evaluation which set the case of the example 1 of a comparison to 1.

[0091] The experimental result of the 1st example of an experiment is shown in drawing 7. Thermal resistance is one or less, respectively, and examples 1-6 have become a value lower than the example 1 of a comparison from this drawing 7. It turns out that this shows that the temperature gradient of a heater side and an interface (interface of the heat sink material 20 and cooling water) is small, and the cooling effect is superior to the example 1 of a comparison.

[0092] About the thermal resistance of examples 7 and 8, although it is the almost same value as the example 1 of a comparison, a heat-resistant impact property is a good point, and it becomes possible to obtain the heat dissipation laminating member in which the cooling effect excelled the example 1 of a comparison synthetically.

[0093] Next, the 2nd example of an experiment looks at how the condition of the curvature of member 12A for electronic circuitries, i.e., the field in which a cooling fin 18 is attached, has curved to the outside about examples 11-13 and the examples 1 and 2 of a comparison.

[0094] Examples 11-13 have the almost same configuration as the structure of the example 2 mentioned above, respectively. And an example 11 has the completely same configuration as an example 2, and the thing and example 13 to which the example 12 made 6.2 ppm/K coefficient of thermal expansion of the heat sink material 20 to the configuration of an example 2 set coefficient of thermal expansion of the heat sink material 20 to 8.4ppm/K to the configuration of an example 2.

[0095] An experimental result is shown in drawing 8. In drawing 8, the amount of curvatures shows the amount of curvatures in the case where the maximum length of the heat sink material 20 is set to 100mm.

[0096] The example 1 of a comparison does not almost have curvature, and this experimental result shows that the example 2 of a comparison has curved in the concave on the contrary. Examples 11-13 have all curved in convex, and have become a desirable gestalt. Under the present circumstances, the coefficient of thermal expansion of the heat sink material 20 is controlled, and it becomes possible to obtain the amount of curvatures of arbitration as a heat dissipation laminating member.

[0097] Next, it explains, referring to drawing 10 - drawing 14 about electronic-parts 10B concerning the gestalt of the 2nd operation.

[0098] Although electronic-parts 10B concerning the gestalt of this 2nd operation has the almost same configuration as electronic-parts 10A concerning the gestalt of the 1st operation mentioned above as shown in drawing 10, a part of configurations of member 12B for electronic circuitries differ. An interlayer 90 intervenes between an insulating substrate 24 and the heat sink material 20, the 3rd jointing material for corrugated fibreboard 92 containing an active element intervenes between an insulating substrate 24 and an interlayer 90 further, the 4th jointing material for corrugated fibreboard 94 which contains an active element between said interlayers 90 and heat sink material 20 intervenes, and, specifically, the heat-conduction layer 22 is constituted. In addition, he is trying to form the metal layer 96 in the inferior surface of tongue of the heat sink material 20 in the example of drawing 10.

[0099] Here, the dimension, especially the minimum thickness of an electrode 30 are determined by the current density of the flowing current, and the maximum thickness is decided by the control objectives of the thermal shock resistance after junction, or the amount of curvatures of the whole electronic-parts 10B. The desirable range is 0.1-1.0mm. In this example, it may be 0.3mm. Moreover, when AlN is used as an insulating substrate 24, it can adopt no less than 0.5mm.

[0100] On the other hand, among the dimensions of an insulating substrate 24, although the thickness which can secure the insulation of the current on which the minimum thickness flows an electrode 30 is chosen, since it is the weakest ingredient, by the whole electronic-parts 10B, the minimum thickness is determined by reinforcement in practice. That is, it is desirable that it is the thickness which can bear thermal shock nature.

[0101] The maximum thickness of an insulating substrate 24 is decided by the value (thermal resistance gets worse, so that it is thick) of thermal resistance. Although the thicker one is advantageous in reinforcement, heat conduction as a circuit may worsen. Therefore, the range of the desirable thickness of an insulating substrate 24 has 0.1-1.0 desirablemm. In addition, when AlN is used as an insulating substrate 24, the maximum thickness has about 0.635 more desirablemm.

[0102] An interlayer 90 can ease the insulating substrate 24 at the time of a thermal shock, and the differential thermal expansion between the heat sink material 20, can raise the junction nature of the whole electronic-parts 10B, and, moreover, can also aim at improvement in thermal shock resistance.

[0103] Desirable thickness is 0.05-1.0mm. If it is only relaxation of stress, even if thickness is thin, it is effective (relaxation of stress), but if the middle class's 90 volume is set as the almost same volume as an electrode 30, the balance in the upper and lower sides of an insulating substrate 24 will become good.

[0104] moreover, when an interlayer 90 is used as a metal layer and the thickness increases, in order for heat conduction as the whole electronic-parts 10B to improve, the thing [serving, suiting, coming out and determining an interlayer's 90 thickness] is desirable.

[0105] Therefore, although the high copper, the silver, the aluminum, or these alloys of heat conduction are mentioned as an interlayer's 90 ingredient, since it is five to about six, it is desirable [copper / 7-8, and silver], when the effectiveness of relaxation of stress sets aluminum to 1 to take thickness into consideration with the ratio.

[0106] moreover, although the aluminum of 390 W/mK and silver is 415 W/mK extent and 230 W/mK and copper have the best silver in this, the thing of heat conduction with the temperature of a manufacturing cost and jointing materials for corrugated fibreboard 92 and 94 which it serves, and it suits, and is come out and chosen is desirable. With the gestalt of this 2nd operation, aluminum and copper were chosen as an interlayer's 90 ingredient.

[0107] An interlayer 90 also has a function of the radioactive improvement in heat besides relaxation of the stress generated in a differential thermal expansion, as mentioned above.

[0108] The heat sink material 20 has the reinforcement for fixing to a cooling fin 18, and a dimension is determined by convective [of the heat generated with the IC chip 16 on an electrode 30]. Usually, although it is about 3mm, since direct water cooling of the heat sink material 20 can be carried out or technique, such as giving and carrying out air cooling of the configuration of a fin to heat sink material 20 the very thing, can be considered, the thickness of the heat sink material 20 is 1-30mm preferably.

[0109] As for the metal layer 96 formed in the inferior surface of tongue of the heat sink material 20, it is desirable to select an ingredient with affinity with the cooling fin 18 fixed to the heat sink material 20. Of course, when carrying out direct water cooling of the heat sink material 20 or giving the configuration of a fin to heat sink material 20 the very thing, thickness, a configuration, etc. according to it can be considered.

[0110] About the 3rd and 4th jointing materials for corrugated fibreboard 92 and 94, since it is the same as the 1st and 2nd jointing materials for corrugated fibreboard 26 and 28 used in electronic-parts 10A concerning the gestalt of the 1st operation mentioned above, the duplication explanation is omitted here.

[0111] Next, it explains, referring to drawing 11 A and drawing 11 B about the manufacture approach of member 12 for electronic circuitries B concerning the gestalt of the 2nd operation, and electronic-parts 10B.

[0112] The manufacture approach concerning the gestalt of the 2nd operation is first laid on the heat sink material 20 in the setting process shown in drawing 11 A in order of the 4th jointing material for corrugated fibreboard 94, an interlayer 90, the 3rd jointing material for corrugated fibreboard 92, an insulating substrate 24, the 2nd jointing material for corrugated fibreboard 28, and an electrode 30 (setting). This setting is performed for example, in atmospheric air.

[0113] Next, in the junction process shown in drawing 11 B, fixing the heat sink material 20 by which said 4th jointing material for corrugated fibreboard 94, an interlayer 90, the 3rd jointing material for corrugated fibreboard 92, an insulating substrate 24, the 2nd jointing material for corrugated fibreboard 28, and an electrode 30 were set on a fixture 70, for example, performing pressurization from the upper part in the vacuum of 1.0×10^{-5} or less Torrs, a temperature up and a temperature fall are performed and it joins. By this junction processing, as shown in drawing 10, the zygote with which an electrode 30, an insulating substrate 24, and the heat sink material 20 were unified, i.e., member 12B for electronic circuitries, is obtained.

[0114] As for the pressurization in said junction process, it is desirable to pressurize by the force of 0.2 or more MPas and 10 MPas or less. In this case, 50 micrometers or less of 10 micrometers or less of average thickness of the 3rd and 4th jointing materials for corrugated fibreboard 92 and 94 after junction are 5 micrometers or less still more desirably desirably. This thickness is controllable by said pressurization.

[0115] Since subsequent processing is the same as that of the manufacture approach of member 12 for electronic circuitries A concerning the gestalt of the 1st operation mentioned above, and electronic-parts 10A, the duplication explanation is omitted here.

[0116] It sets at electronic-parts 10B in member 12 for electronic circuitries B concerning the gestalt of this 2nd operation, and its manufacture approach list. Since the 3rd jointing material for corrugated fibreboard 92 containing an active element is made to intervene between an insulating substrate 24 and an interlayer 90 and it was made to make the 4th jointing material for corrugated fibreboard 94 which contains an active element between said interlayers 90 and heat sink material 20 intervene With the active metal contained in the 3rd and 4th jointing materials for corrugated fibreboard 92 and 94, while an insulating substrate 24 and an interlayer 90 are joined firmly, an interlayer 90 and the heat sink material 20 are joined firmly.

[0117] And by existence of an interlayer 90, the differential thermal expansion between the insulating substrates 24 and the heat sink material 20 at the time of a thermal shock can be eased, and the junction nature of this whole member 12B for electronic circuitries can be raised. That is, the thermal shock resistance of member 12B for electronic circuitries can be raised by said interlayer 90.

[0118] here, three examples of an experiment (expedient -- the 3- it is described as the 5th example of an experiment) are shown. First, the 3rd example of an experiment looks at the degree of improvement in the thermal conductivity by making an interlayer 90 intervene about examples 21-25, as shown in drawing 12 and drawing 13.

[0119] As for an example 21, thermal conductivity shows the example for which thermal conductivity used Si₃N₄ of 30, 40, 60, and 90 W/mK as an insulating substrate 24, respectively, as for examples 22-25, using AlN of 180 W/mK as an insulating substrate 24. An experimental result is shown in drawing 12 and drawing 13. In addition, as for the interlayer 90, thermal conductivity all used Cu of 390 W/mK. Moreover, in drawing 12, Si₃N₄ as the quality of the material of an insulating substrate 24 is only displayed as "SN."

[0120] In drawing 13, a bar graph shows the thermal conductivity of an insulating substrate 24, and a line graph plots the theoretical thermal conductivity of a zygote (member 12 for electronic circuitries B).

[0121] From these drawing 12 and drawing 13, it turns out that the thermal conductivity when considering as a zygote is improving sharply, and by making an interlayer 90 intervene shows 3 to 6 times as much improvement as the thermal conductivity of an insulating substrate 24 in examples 22-25 especially.

[0122] Next, the 4th example of an experiment measures the amount of curvatures of the zygote (member for electronic circuitries) by the pressure at the time of junction in a list, when not considering as the case where an interlayer 90 is made to intervene. This experimental result is shown in drawing 14.

[0123] This drawing 14 shows that it turned out that the direction with an interlayer 90 has few amounts of curvatures, and the one where welding pressure is smaller has few amounts of curvatures, and the one of the amount of curvatures where an interlayer's 90 thickness is thinner has decreased.

[0124] Since the one of the whole amount of curvatures where thickness is thinner will decrease [when a metal layer is used as an interlayer 90] although heat conduction as the whole electronic-parts 10B improves if the thickness increases as mentioned above, it turns out that it is desirable to determine an interlayer's 90 dimension in consideration of these points.

[0125] The 5th example of an experiment examines the heat-resistant impact property about examples 51-53. An example 51 has the configuration between which the interlayer 90 was made to intervene, using Si₃N₄ as an insulating substrate 24, an example 52 has the configuration between which the interlayer 90 was made to intervene, using AlN as an insulating substrate 24, and an example 53 has the configuration between which an interlayer 90 is not made to intervene, using Si₃N₄ as an insulating substrate 24.

[0126] And about this heat-resistant impact test, it carried out using heat-resistant impact test equipment (Tabai Espec make: TSA-71S). This heat-resistant impact test equipment is divided into three fields of sample installation area, elevated-temperature area, and low-temperature area, and has the structure of changing the sample interior of a room to low temperature, ordinary temperature, and an elevated temperature in an instant, by the damper (duty of a temperature shutter) which leads to a sample room opening and closing, and carrying out open air installation.

[0127] After holding it for 15 minutes at -65 degrees C, the temperature up of it was carried out to the room temperature, the trial was lowered to -65 degrees C after maintenance for 5 minutes at the room temperature, it performed the temperature up to 150 degrees C after maintenance for 5 minutes at the room temperature, after holding it for 15 minutes at 150 degrees C, it lowered the temperature to the room temperature, and it made this actuation of a series of 1 cycle.

[0128] Five pieces were prepared for every sample, among those, it had the number of cycles in the time of at least one crack occurring in an insulating substrate, or exfoliation by the joint of a heat sink arising, and the heat-resistant impact property of each sample was evaluated.

[0129] In addition, about the judgment of the existence of the crack by the side of the insulating substrate 24 after the above-mentioned heat-resistant impact test, ultrasonic-testing equipment (made in Hitachi: AT7500) estimated.

[0130] As a result of this 5th example of an experiment, the heat-resistant impact property of an example 51 was 1000 or more cycles, the example 52 was 200 or less cycles, and the example 53 was just over or below 500 times.

[0131] Therefore, by making an interlayer 90 intervene further shows that thermal shock nature is improving, using Si₃N₄ as an insulating substrate 24.

[0132] In addition, the electronic parts of the ability of various configurations to be taken are natural in the member for electronic circuitries concerning this invention, and its manufacture approach list, without deviating not only from the gestalt of above-mentioned operation but from the summary of this invention.

[0133]

[Effect of the Invention] As explained above, according to the electronic parts, a production process can be sharply reduced in the member for electronic circuitries concerning this invention, and its manufacture approach list, cheap-ization of a manufacturing cost can be effectively attained in them, and, moreover, thermal dependability can be raised in them.

[Translation done.]

JAPANESE

[JP,2002-043482,A]

CLAIMS DETAILED DESCRIPTION TECHNICAL FIELD PRIOR ART EFFECT OF THE INVENTION TECHNICAL PROBLEM MEANS DESCRIPTION OF DRAWINGS DRAWINGS

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing of longitudinal section showing the configuration of the electronic parts concerning the gestalt of this operation.

[Drawing 2] It is the sectional view showing the member for electronic circuitries concerning the gestalt of this operation, and a cooling fin.

[Drawing 3] It is the enlarged drawing showing the SiC/Cu composite which is an example of the component of heat sink material.

[Drawing 4] It is the enlarged drawing showing the C/Cu composite which are other examples of the component of heat sink material.

[Drawing 5] Drawing 5 A is the explanatory view showing a setting process, and drawing 5 B is the explanatory view showing a junction process.

[Drawing 6] It is front drawing showing the configuration of the examples 1 and 2 of a comparison in an example 1 - 8 lists.

[Drawing 7] It is front drawing showing the experimental result of the 1st and 2nd examples of an experiment.

[Drawing 8] It is front drawing showing the experimental result of the 3rd example of an experiment.

[Drawing 9] It is the explanatory view showing the outline configuration of a thermal resistance measuring device.

[Drawing 10] It is drawing of longitudinal section showing the configuration of the electronic parts concerning the gestalt of the 2nd operation.

[Drawing 11] Drawing 11 A is the explanatory view showing a setting process, and drawing 11 B is the explanatory view showing a junction process.

[Drawing 12] It is front drawing showing the result in the 3rd example of an experiment.

[Drawing 13] It is the graph which shows the result in the 3rd example of an experiment.

[Drawing 14] It is front drawing showing the result in the 4th example of an experiment.

[Drawing 15] It is drawing of longitudinal section showing the electronic parts concerning the conventional example.

[Drawing 16] It is drawing of longitudinal section showing the electronic parts concerning other conventional examples.

[Description of Notations]

10A, 10B -- Electronic parts 12A, 12B -- Member for electronic circuitries

14 -- Substrate layer 16 -- IC chip

18 -- Cooling fin 20 -- Heat sink material

22 -- Heat-conduction layer 24 -- Insulating substrate

26 -- The 1st jointing material for corrugated fibreboard 28 -- The 2nd jointing material for corrugated fibreboard

30 -- Electrode 90 -- Interlayer

92 -- The 3rd jointing material for corrugated fibreboard 94 -- The 4th jointing material for corrugated fibreboard

[Translation done.]